

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Eylül 2022 Yıl 55 Sayı 658 - 11 TL

KRİPTOLOJİ

Zaman Kristalleri

COVID-19 Sonrası Kalp Problemleri

"Nerede?" Sorusunun Cevabı Geomatik Mühendisliğinde

TEKNOFEST 2022



"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 55 Sayı 658
Eylül 2022

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Doç. Dr. İsmail Sengör Altıngövde
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Faruk Soydugan

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker

Mobil Uygulama
Selim Özden

Teknik Yönetmen
Sadi Atılgan

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
https://yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.
http://www.promat.com.tr/

Baskı Tarihi 23.08.2022

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

Her ayın 1'inde çıkar.



Kriptoloji birkaç asır öncesinde çok az sayıda kişinin bilip katkı sağladığı özel bir alandı. Bugün ise günlük hayatımız dijital dünya ile o kadar iç içe hâle geldi ki dijital cihazları kullanmadan neredeyse bir gün bile geçiremez olduk. Her ne kadar farkında olmasak da televizyon, telefon, tablet ve bilgisayar gibi tüm cihazlar çalışmak için kriptografiye bel bağlamış durumda. Şifre bilimi olarak da bilinen kriptoloji; mesajların belli bir sisteme göre şifrelenmesi, bu mesajların güvenlikli bir ortamda alıcıya iletilmesi ve iletilmiş mesajın deşifre edilmesi anlamına geliyor. İlk başta karmaşık ve fazla teknik bir alan gibi görünse de basit temeller üzerine inşa edilmiş bir bilim dalı olan kriptolojinin temellerini ve çalışma mantığını anlamak günümüz dünyasında güvenli iletişim ve verilerimizi kötü niyetli kişilerden korumak için son derece önemli. Gürkan Caner Birer bu ayki yazısında kriptolojinin keyifli dünyasına göz atıyor ve şifreleme yöntemleri ile ilgili bazı önemli bilgileri bizlerle paylaşıyor.

Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında 2018 yılından beri düzenlenen TEKNOFEST, dünyanın en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivali olması ile öne çıkıyor. Her yıl yeni yarışmalarla birlikte yeni teknolojik atılımlara ve yeni girişimlere kapılar açmanın yanı sıra millî teknolojilerin geliştirilme çalışmalarına da öncülük ederek geleceğe ışık tutmaya devam ediyor. Tuncay Baydemir TEKNOFEST 2022'ye damgasını vuran yarışmaların detaylarını ele alıyor. Pandemi artık günlük hayatımızın bir parçası hâline geldi. Özlem Ak bu ayki yazılarında COVID-19 ile ilgili yeni gelişmeleri aktarmaya devam ediyor. İki farklı yazısında Huanan deniz ürünleri pazarının pandeminin merkez üssü olduğundan ve COVID-19 sonrası yaşanabilen kalp problemlerinden bahsediyor. Ayrıca mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görülen Prof. Dr. Elif Sertel'le yaptığı söyleşinin detaylarını da bir başka yazısında anlatıyor. Mahir Ocak ise görece yeni bir kavram olan zaman kristalleri düşüncesini ele alıyor. Başlangıçta ortaya atıldığı hâliyle zaman kristalleri üretmenin imkânsız olduğu kanıtlansa da kısa süre içinde farklı formlarda zaman kristalleri üretilmesi büyük bir başarı olarak görülüyor.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak için https://yayinlar.tubitak.gov.tr/ adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (https://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Yeni eğitim ve öğretim yılında tüm öğrencilerimize, öğretmenlerimize ve eğitimcilerimize başarılar diliyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler







Her ne kadar farkında olmasak da televizyon, telefon, tablet ve bilgisayar gibi tüm cihazlar çalışmak için kriptografiye bel bağlamış durumda. Kriptolojinin temellerini ve çalışma mantığını anlamak günümüz dünyasında güvenli iletişim ve verilerimizi kötü niyetli kişilerden korumak için son derece önemli. Bu yazıda kriptolojinin keyifli dünyasına birlikte göz atacağız.



Uluslararası bir araştırma ekibi, yaklaşık üç yıl önce başladığından bu yana 6,4 milyon can alan COVID-19 salgınının olası kaynağının Huanan deniz ürünleri toptancı pazarında satılan canlı hayvanlar olduğunu doğruladı.



Prof. Dr. Elif Sertel, "Uzaktan algılama alanında arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi; derin öğrenme-yapay zekâ yöntemlerinin süper-çözünürlük, pan-keskinleştirme, obje tanımlama ve segmentasyon problemlerine uygulanması; uzaktan algılama veri ve yöntemleri ile kuraklık belirleme, tarımsal uzaktan algılama uygulamaları; toprak tuzluluğunun uydu teknolojileri ile izlenmesi ve çevresel uzaktan algılama uygulamaları" konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görüldü.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

 Bilim ve Teknik

 tubitakbiltek

 tubitakbilimteknik

 TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı." diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Farklı konu başlıkları ve açıklayıcı anlatımlar..."


Merhaba,

Küçüklüğümden beri meraklı bir bilim hayranıydım. Daha 5. sınıfa giderken derginizi aldım, içerikleriniz çok ilgimi çekmişti. Farklı konu başlıkları ve açıklayıcı anlatımlar benim için birer hazine olmuştu. Güncel haberler ve bilgiler ile birlikte dünya ve bilim hakkındaki yazılarınızın beni aydınlattığını söyleyebilirim. Ayrıca teknoloji ve bilimin bu kadar geliştiği bir dönemde her ay bu konuları ince ince işleyen bir derginin olması ne kadar da güzel. Her sayınızın her köşesini büyük bir heves ve ilgiyle okuyorum.

Teşekkürler ve iyi ki varsınız *Bilim ve Teknik* ailesi.

Mina Şevval Akdere
9. Sınıf Öğrencisi

"Bilim okuyan bilir!"


Merhaba,

Bilim ve teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini anladığımdan beri bu konularda daha fazla bilgi sahibi olmaya gayret gösteriyorum. İlkokuldan beri zaman zaman *Bilim Çocuk* sayılarını alır ve zevkle okurdum. Özellikle liseye geçtiğimden beri *Bilim ve Teknik*'teki yazıları okumaya ve anlamaya başladım. Bana pek çok faydası olduğunu da söyleyebilirim. Gerek derslerimde gerek genel kültür konularında gerekse hayatlarımızı şu anki hâline getiren bilimin önemini tekrar ve tekrar kavramamda nesiller büyüten dergi *Bilim ve Teknik* yardımcı oldu.

Bunlar için sizlere çok teşekkür ediyorum.
Bilim okuyan bilir!

Fikret Furkan Özkan
Kocaeli Fen Lisesi

“Her zaman bana el feneri oldu ve yolumu aydınlattı”



Merhaba,

Yaklaşık 5 yaşımdan beri TÜBİTAK ailesinin içindeyim. İlk olarak *Bilim Çocuk* dergisiyle başladım. Küçükken denemek için *Bilim ve Teknik* dergisi almıştım ama konuları çok ağır gelmişti. 9. sınıftayken derginizi tekrardan almaya karar verdim ve çok sevdim, o günden beri de hiçbir sayısını kaçırmadım.

Küçüklüğümden beri hep bilime ilgim vardı. İleride olmak istediğim mesleğe *Bilim Çocuk* dergisi sayesinde karar verdim. Ben moleküler gastronomi okumak istiyorum. *Bilim ve Teknik* mesleğimle ilgili birçok bilgiyi öğretti. Her zaman bana el feneri oldu ve yolumu aydınlattı. Sadece benim meslek seçimimle ilgili değil, başka birçok alanda da insanlara ışık tutuyor. Her geçen gün başkalarını da bilimle tanıştırıyor ve onlara bilimi sevdiriyor, âdeta bir öğretmen edasıyla bizlere bilgi sunuyor.

Ufkumuzu açtığın ve bize yeni birçok şey öğrettiğin için teşekkürler *Bilim ve Teknik*.

Hayat Derin Bakırcıoğlu

Erenköy Kız Anadolu Lisesi, 10. Sınıf Öğrencisi

“Yeni ufuklar açıyor”



Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisiyle tanışmam ilkokul yıllarıma dayanır. Mahallemizdeki Türkçe öğretmenim aracılığıyla hayatın ve bilimin eğlenceli ve gerçek yüzüyle tanışma imkânı buldum ancak o yıllarda dergi alacak imkânım olmadığı için sadece fırsat buldukça okuyabiliyordum.

Bu dergiyi herkese tavsiye ediyorum. Eski yeni demeyip okumaya ve öğrenmeye merakı olan herkese elimdeki sayıları ulaştırmaya çalışıyorum. Bunun en güzel tarafı, insanlara sizin sayenizde yeni ufuklar açması. Elimden geldiği kadar her şey hakkında bilgi sahibi olmak için sürekli okuyor ve araştırıyorum.

Bunda emeği geçen başta sizler olmak üzere herkese teşekkür ederim. Çocuklarıma, etrafımdaki ve görev yaptığım her yerdeki herkese şu cümleyi tekrarlıyorum, “Okuyup araştırıp bileceksin.”. Bu nedenle teşekkürler *Bilim ve Teknik* ailesi, esenlikle kalınız.

Uğur Mehmet Erdoğan

Polis Memuru

“Okudukça farkındalık kazandım”



Merhaba,

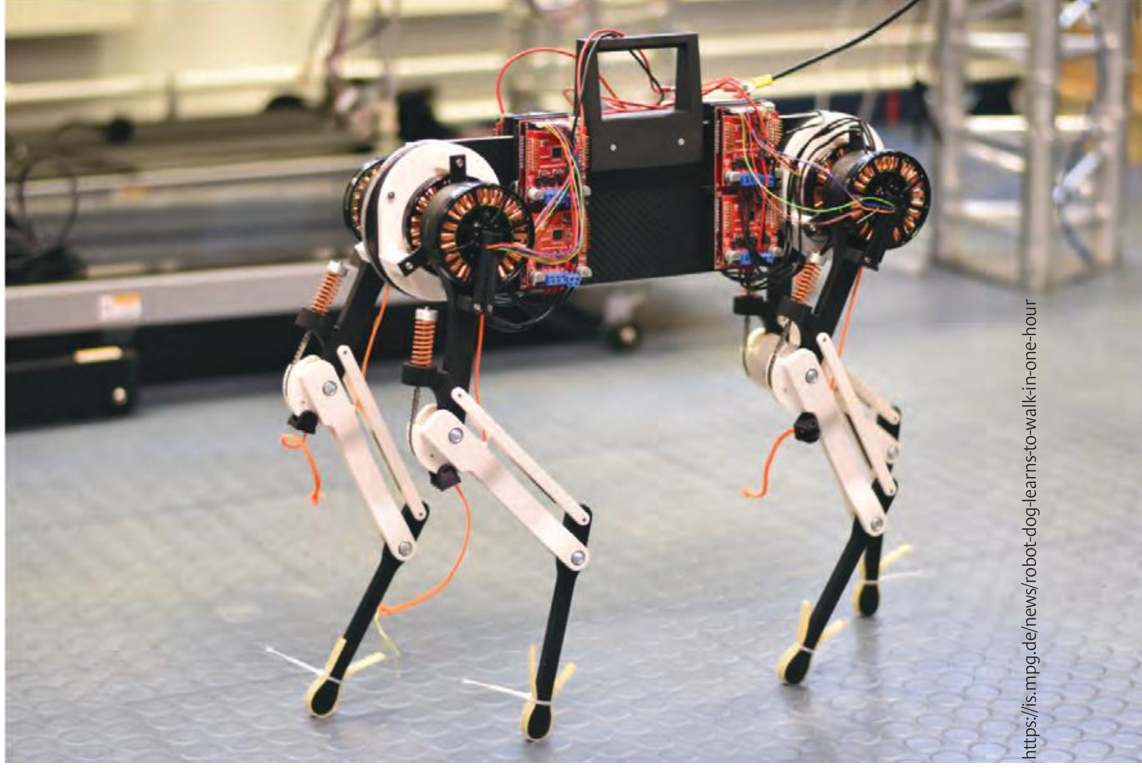
Bilim ve Teknik dergisiyle tanışmam kimya öğretmenim sayesinde olmuştu. Sınıfa elinde dergiyle girmiş ve dersin sonunda incelememiz için bize vermişti. Hatta aynı gün bize patlayan şekerli çikolata da ikram etmişti ki bu ikisinin tadını o gün bu gündür unutamam… Sonraki yıllarda her ay konu başlıklarına bakıp ilgimi çeken konular oldukça dergiyi temin edip okumaya başladım. Okudukça farkındalık kazandım ve daha çok okuma isteğim geldi. Bu hazzı anlatamam. Şimdi ise düzenli olarak her ay abonesi olduğum *Bilim ve Teknik*, *Bilim Çocuk* ile *Meraklı Minik* dergilerini kendilerini fark etmeleri ve bilimle ilgili farkındalık kazanmaları için bir fizik öğretmeni olarak tüm öğrencilerime öneriyorum. Öyle ki arkadaşlarımın çocuklarına da bu bilim sevgisini daha erken yaşta keşfetmelerine destek olmak amacıyla çocuk dergilerini hediye ediyorum. Onlarla birlikte dergi içindeki etkinlikleri büyük bir heyecanla yapıyorum. *Bilim ve Teknik* için bir şeyler üretmek ilerideki hedeflerim arasında.

Bize farkındalık kazandıran böyle bir yayında emeği geçen tüm ekibe teşekkür ederim. Tabii bir de bu dergiyi fark etmemi sağlayan kimya öğretmenime…

Manolya Peker

Robot Köpek Bir Saatte Yürümeyi Öğreniyor

Özlem Ak


https://is.mpg.de/news/robot-dog-learns-to-walk-in-one-hour

Dört ayaklı bir robotun tökezlemeden yürümeyi öğrenmesi sadece bir saat sürdü, bu da kabaca yeni doğan tayların ihtiyaç duyduğu süre kadardı. Almanya, Stuttgart'taki Max Planck Akıllı Sistemler Enstitüsünden Felix Ruppert ve Alexander Badri-Sprowitz, Morti adlı yarım metre yüksekliğindeki robotu tasarladılar ve ona önceden programlanmış bir yürüyüş yaptırmak yerine kendi kendine yürümeyi öğrenme şansı verdiler.

Morti, robotun bacakları hakkında fazla bilgiye sahip olmayan bir yapay zekâ algoritması tarafından kontrol ediliyor. Yapay zekâ, bazı hayvanların omuriliklerinde bulunan ve kaslarını tahmin edilebilir bir ritimde kasarak yürümelerine yardımcı olan nöron ağlarını taklit ediyor ve Morti'nin izlemesi için yürüme talimatları oluşturuyor. Ardından, robot düştüğünde ve zeminle temasını kaybettiğinde sinyal veren ayak sensörlerinden gelen değerlendirmelere göre gerekli ayarlamaları yapıyor. Ruppert, başlangıçta Morti'nin düştüğünü, yuvarlandığını ancak yaklaşık bir saat sonra yapay zekânın yürümenin en iyi yolunu bulduğunu belirtiyor. Yapay zekâ, her bir bacak hareketinin ayrıntılarını önceden hesaplamak yerine kendi kendine öğrenmesine imkân tanıyarak Morti yürümeyi öğrenirken enerji tüketimini azaltabiliyor. Çünkü her bir hareketi hesaplamak çok fazla enerji tüketebiliyor. Bu şekilde, bir saatlik öğrenme sürecinin sonunda, ilk başladığı zamana göre %42 daha az enerji kullanarak yürüyor. Morti'nin süreci, yavru hayvanların hareket etmeyi öğrenme şeklini taklit ediyor, onlar da deneyerek ve başlangıçta tökezleyerek kaslarını kullanmanın en verimli yolunu buluyorlar.

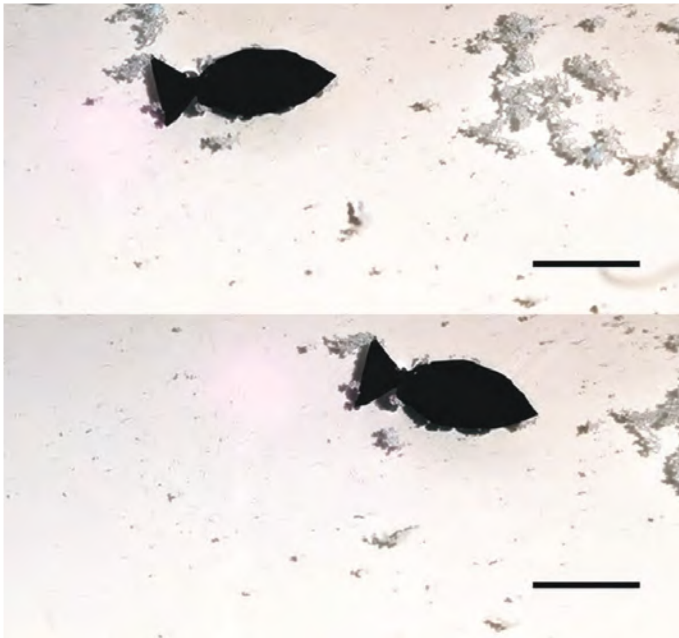
San Antonio'daki Texas Üniversitesi'nden Dhireesha Kudithipudi, yapay zekâların genellikle belirli bir görevi çok iyi öğrenebildiğini ancak ortam değiştiğinde ayarlarını yeniden kalibre edemediklerini söylüyor. Morti'nin hareketlerini sürekli olarak ayarlamaya dayanan tasarımı ise bu konuda daha iyi performans gösteriyor. Ohio, Case Western Reserve Üniversitesinden Hillel Chiel, hayvanların beyinlerinin öğrenmelerine yardımcı olan yapılar ve bilgiler içerdiğini, bazı yapay zekâ uygulamalarının hayvan benzeri öğrenmeyi taklit edebildiğini ancak yapay sinir sistemlerinin henüz o kadar karmaşık olmadığını söylüyor. Ruppert ve ekibi Morti'yi daha hayvansal bir robot hâline getirmek için daha fazla sensör ve hareket aralığı eklemek için çalışmalarını sürdürüyor. ■

Robot Balıklar Mikroplastiklerin Peşinde

Özlem Ak

Çin, Sichuan Üniversitesindeki bilim insanları; hızla yüzen, mikroplastikleri toplayan ve çevreden uzaklaştıran, ışıkla etkinleşen bir balık robot geliştirdiler. Çalışma Amerika Kimya Topluluğunun *Nano Letters* dergisinde yayımlandı. Bilim insanları polistiren mikroplastikleri emen yumuşak malzemeler kullanarak balık şeklinde küçük bir robot yaptılar. Ardından da bu balığa bir yandan diğer yana dalgalanan ve bir lazer ışık tarafından uyarıldığında robotu suyun içinde iten esnek bir kuyruk eklediler.

Mikroplastikler çatlaklara ve yarıklara kolayca sızabildiği için sulu ortamlardan çıkarılması çok kolay olmuyor. Dolayısıyla bu mikroplastiklere ulaşmak ve onları temizlemek için küçük, esnek ve kendiliğinden hareketli robotlar kullanılması fikri bu bilim insanlarına ilham vermiş. Ancak hangi malzemeyi kullanacaklarını bulmak bilim insanlarını biraz zorlamış. Yumuşak robotlar için kullanılan geleneksel malzemeler olan hidrojeller ve elastomerler su ortamlarında kolayca zarar görebiliyor. Deniz tarağı kabuklarının iç yüzeyinde bulunan ve sedef olarak da bilinen malzeme ise güçlü ve esnek. Bu doğal maddeden ilham alan Xinxing Zhang ve meslektaşları, yumuşak robotlar için dayanıklı ve bükülebilir bir malzeme oluşturmak için β-siklodekstrin moleküllerini sülfonatlı grafene bağlayarak kompozit nano tabakalar oluşturdular. Daha sonra nano tabakaların çözeltilerini farklı yoğunluklarda poliüretan lateks karışımlarına eklediler. Katman katman birleştirme yöntemi, ekibin 15 mm uzunluğunda küçük bir balık robotu oluşturmasını sağladı. Bu robot balığın kuyruğunda bir yakın-kızılötesi ışık lazerini hızlı bir şekilde açıp kapatmak, kuyruğun hareket edebilmesine ve robotu ileriye doğru itmesine neden oldu. Robot, saniyede 2,67 vücut uzunluğu hareket edebiliyor; bu, yüzebilen diğer yumuşak robotlar için daha önce bildirilenden daha hızlı ve suda hareket eden aktif fitoplanktonların hızıyla yaklaşık aynı. Araştırmacılar, yüzen balık robotun yakındaki polistiren mikroplastikleri tekrar tekrar toplayabileceğini ve bunları başka bir yere taşıyabileceğini gösterdi. Materyal, kesildikten sonra da kendini iyileştirebiliyor ve mikroplastikleri absorbe etme yeteneğini koruyor. Nihayetinde, araştırmacıların testleri hem robotun mikroplastikleri hızla ve tekrar tekrar toplayabildiğini hem de bu ürünün gelecekte plastikleri izlemek ve kirleticileri toplamak için potansiyel vaat eden paha biçilmez bir araç olduğunu ortaya koydu. ■



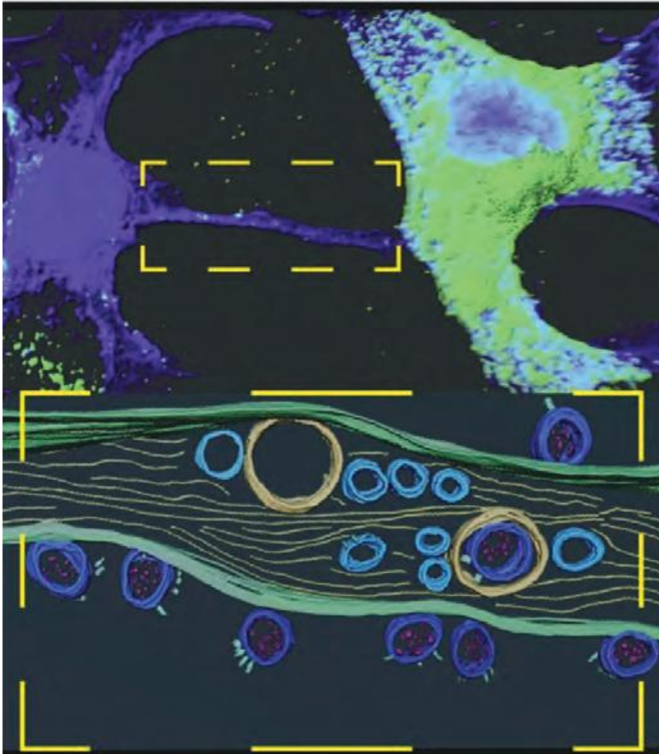
Koronavirüs Beyne Nanotüplerle mi Ulaşıyor?

Özlem Ak

SARS-CoV-2 genellikle ACE-2 reseptörüne bağlanarak hücreleri enfekte ediyor. Ancak kan-beyin bariyerini oluşturan nöronlar ve hücreler de dâhil olmak üzere birçok hücrede bu protein bulunmuyor. Virüs ile enfekte olmuş ve hayatını kaybetmiş kişilerin beyinlerinde virüs parçalarıyla karşılaşmaları, bilim

insanlarının virüsün bu dokulara nasıl girebildiğini merak etmesine yol açtı. Fransa'daki Pasteur Enstitüsünden Chiara Zurzolo ve meslektaşları, koronavirüsün, ACE2 reseptörüne sahip hücreler aracılığıyla ACE2 reseptöründen yoksun hücrelere nanotüpler ile ulaştıklarını keşfettiler. Temmuz ayında *Science Advances* dergisinde yayımlanan araştırmaya göre; virüs, enfekte konakçı hücrelerden uzanan tünelleme nanaotüpleri denilen küçük tüplerin büyümesini uyarıyor ve bunlar sayesinde burun ve beyin hücreleri arasında ilerleyebiliyor.

Tünelleme nanotüpleri hücreler stres altındayken, enfekte olmuşken ya da hücrelerde oksijen yoğunluğu az iken hücre gövdesinden filizlenen ve komşu hücre zarlarını delen tüy benzeri hassas yapılardır. Chiara Zurzolo, önceki çalışmalarından, bazı virüslerin hücreden hücreye yayılmak için nanotüpler kullandığını biliyordu. Bilim insanları insan beyin hücrelerini modellemek için SH-SY5Y, burun dâhil vücut yüzeylerini astarlayan hücreleri modellemek için ise Vero E6 olmak üzere iki farklı tip hücre kullandılar. SARS-CoV-2 ve bu iki tip hücreyi bir araya getirdiklerinde, model beyin hücreleri ACE2 reseptörüne sahip olmadıkları için enfekte olmadı ancak ACE2 reseptörüne sahip model burun hücreleri enfekte oldu. Araştırmacılar, güçlü bir elektron mikroskobu altında, model burun hücrelerini görüntülediklerinde, virüsün hücreleri, model beyin hücreleriyle bağlantılar oluşturan tünelleme nanotüpleri adı verilen küçük tüpler üretmeye teşvik ettiğini fark ettiler. Yakından bakınca, virüsün bu tünelleri iki hücre tipi arasında gidip gelmek için kullandığını gördüler. Avustralya, Queensland Üniversitesinden Frederic Meunier, virüsün bir hücreden diğerine bulaşırken ACE2 reseptörlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldıran bir mekanizmasının ortaya çıkarılması açısından bu araştırmayı oldukça ilginç buluyor. Ancak deneyler bir petri kabındaki hücrelerle sınırlı olduğundan, aynı mekanizmanın beyinde de gerçekleştiğini doğrulamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğuna da dikkat çekiyor.
Zurzolo ise tünelleme nanotüplerinin koronavirüsü burundan beyne taşıdığı doğrulanırsa onları bloke edecek ilaçlar geliştirebileceklerini söylüyor. ■



Dünyanın En Büyük Bakterisi Keşfedildi

Özlem Ak

Dünyanın bilinen en büyük bakterisi Guadeloupe'nin tropikal mangrov ormanlarında bulundu. Yaklaşık bir santimetre boyutunda olan *Thiomargarita magnifica* daha önce bakterilerde görülmemiş bir yapısal karmaşıklığa da sahip. Guadeloupe'deki Fransız Antilleri Üniversitesinden Olivier Gros, 2009 yılında su altında örnek toplarken bir mangrov ağacının batık yapraklarına bağlı uzun beyaz iplikler bulduğunu, önce boyutlarından dolayı bunların bir tür ökaryot (hayvan, bitki veya mantar) olduklarını düşündüğünü söylüyor.

Çoğu bakteri yaklaşık iki mikrometre uzunluğundadır. Kendilerine enerji sağlamak için kullandıkları enerji taşıyan moleküller, hücre zarında enzimler


Tomas Tyml/Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı

kullanılarak üretilir. Bu durum, bakterilerin işlev görmek için uygun bir yüzey-alan-hacim oranına sahip olması gerektiği anlamına gelir. Bununla birlikte, boyutu 750 mikrometre olan *Thiomargarita nelsonii* sayesinde, daha da büyük boyutlarda bakterilerin de olabileceğini tahmin ettiklerini söyleyen Gros ve meslektaşları; *Thiomargarita magnifica* adlı yeni bakterinin *T. nelsonii*'den yaklaşık 50 kat daha büyük bir hacme sahip olduğunu ve beklenen boyut sınırlarını aştığını keşfettiler.

California'daki Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarından araştırma ekibi üyesi Jean-Marie Volland, bu durumun insanlar için Everest Tepesi kadar uzun olabilecek başka bir insanla karşılaşmayla eşdeğer olduğunu, bu yüzden kendileri için de büyük bir sürpriz olduğunu belirtiyor. Araştırmacılar, *T. magnifica* hücrelerini görüntüleyerek, bakterilerin hücre içinde paketlenmiş, ATP üreten enzimlerle dolu geniş bir zar ağına sahip olduğunu ortaya çıkardılar. Bu da büyük boyutlarına rağmen enerji ihtiyaçlarını nasıl karşıladıklarını gösteriyordu. Her bir bakterinin bir ucu, mangrov zeminindeki kükürt bakımından zengin tortular arasında yer alan batık yapraklar gibi sert yüzeylere tutunurken, geri kalan kısmı suya doğru uzanıyor. Gros, bakterileri istiridye kabuklarına, yapraklara ve dallara, ayrıca cam ve plastik şişelere bağlı bir şekilde bulduğunu ve en yoğun olarak da plastik torbalarda bulunduklarını söylüyor.

Diğer yandan araştırmacılar, *T. magnifica* hücrelerinin zarlarını özel bir boya ile boyayıp görüntülediklerinde, DNA ve ribozomlarını hücre zarından yapılmış keseler içinde sakladıklarını keşfettiler. Bu, normalde yalnızca bitkilerde ve hayvanlarda yani daha karmaşık ökaryotik hücrelerde görülen bir özelliktir. Alışılmadık özelliklerine rağmen, *T. magnifica*, Thiomargarita bakteri grubunun üyeleriyle birçok genetik benzerliğe sahip. ■

Geçici Grafen Dövmeleriyle Kan Basıncı Ölçümü

Özlem Ak

Grafen kullanılarak yapılan geçici dövmeler, kan basıncını günlerce kesintisiz izleyebilir. Bu yaklaşım, yaklaşık yüz yıl önce icat edildiklerinden bu yana pek değişmeyen standart tansiyon ölçüm aletlerinden oldukça farklı.

Dövme temel olarak sıralı şeritlerden oluşuyor. Her bir sıranın en dıştaki şeritleri, kolun derinliklerine küçük elektrik sinyalleri gönderiyor, içteki şeritler ise daha sonra sinyallere gelen yanıt üzerinden kan basıncının nasıl değiştiğini algılayabiliyor. Austin, Texas Üniversitesinden Deji Akinwande ve meslektaşları, *Nature Biotechnology* dergisinde yayımladıkları çalışmalarıyla iki ana önkol arteri boyunca iki sıra hâlinde yerleştirilen neredeyse görünmez 12 grafen şeritten oluşan dövmeyi geliştirdi. Dövmeler, kan basıncını uluslararası standartlar tarafından “A Sınıfı” olarak tanımlanan bir doğrulukla, yani bir tıbbi cihaz için mümkün olan en yüksek doğruluk seviyesinde kesintisiz olarak ölçebiliyor. Ekip, dövmeyi altı kişi üzerinde test etti ve kişilerin gün boyu saatlerce masa başı çalışması ve yürüyüş sırasında iyi ölçüm yaptığını teyit etti. Katılımcılar şınav çektiklerinde veya bir dakika boyunca kollarını bir kova buzlu suya daldırdıklarında bile dövmelerin düzgün


Texas A&M Üniversitesi

çalıştığı tespit edildi. Ayrıca geceleri kişiler uyurken bile dövmeler onları rahatsız etmeden işlevlerini yerine getirdi. Şu anda, dövmeden gelen verileri kaydetmek ve analiz etmek için gerekli donanımın çoğunun dövmenin üzerinde bulunduğu kişinin yakınında olması ve bir kabloyla dövmeye bağlanması gerekiyor. Ancak gelecekte ekip bunun için kablosuz bağlantılar geliştirmeyi planlıyor. Akinwande, aynı işlevi, grafen dövmeleri akıllı saat ile bağlayarak da yerine getirebileceklerini söylüyor.

Doktor muayenehanesinde veya evde tek seferlik ölçüm yapan standart bir kan basıncı ölçüm aleti, stres veya dehidrasyon gibi faktörler de dâhil olmak üzere birçok nedenden dolayı hatalı ölçüm yapabiliyor. Texas A&M Üniversitesinden Roozbeh Jafari, bazı kişilerin doktor gördükleri zaman kan basınçlarında geçici artışlar yaşadıklarını söylüyor. Ayrıca geleneksel ölçüm aletleri genellikle insanların ayakta durmak veya hareket etmek yerine oturmasını gerektiriyor.

Diğer araştırmacılar, kan basıncını ölçmek için ışık bazlı bir yöntem olan fotopletismografiyi (PPG) araştırıyorlar. Popüler giyilebilir cihazlar da bu yaklaşımı test ediyor ancak cilt rengi ve cildin altındaki yağ tabakası gibi faktörler PPG ölçümlerinde hata çıkma olasılığı üzerinde düşündürüyor.

Sağlıklı gönüllülerle grafen dövmelerinin potansiyelini ortaya koyan araştırmacılar, daha sonra bunları yüksek tansiyonu olan kişilerde test etmek istiyor. ■

Şamandıralı Erken Sel Uyarı Sistemi

Özlem Ak

Suda kullanılan birçok algılama sistemi genellikle sürdürülemez malzemelerden yapılmış olmaları ve bir noktada değiştirilmesi gerekecek piller içermeleri nedeniyle sorunlu görülüyor.

Daha temiz, uzun ömürlü bir alternatif arayan Çin Bilimler Akademisinden Zhong Lin Wang ve meslektaşları kendi kendine şarj olan bir şamandıra geliştirdi. Cihazda, malzemeler birbirine sürtündükçe elektriğin üretildiği triboelektrik (sürtünme kuvvetiyle elektrik üretimi) etkiden yararlanılan nanojeneratörler kullanılıyor. Şamandıra, üretilen yükü toplayan bir modüle bağlı dört nanojeneratör içeren, yaklaşık 10 santimetre çapında bir akrilik bilyeden oluşuyor. Su, polyester filmden ve spiral şeklinde bükülmüş bakırdan yapılmış nanojeneratörlerde ileri geri hareket ederken, 25 metre uzaktaki bir cep telefonuna bir radyo sinyali göndermeye yetecek kadar (yaklaşık 24,5 mW) güç üretiyor.

Araştırmacılar, bu tür kendi kendine şarj olan şamandıraların, sel uyarısı yapmak ve su seviyelerini kontrol etmek için yararlı olabileceğini öne sürüyorlar. Ancak Imperial College London'dan Wouter Buytaert, bunun için hâlihazırda birçok etkili ve ucuz alternatif bulunduğunu söylüyor.



Yine de su kalitesi algılama gibi temassız yöntemlerin uygulanabilir olmadığı durumlarda bu yeni güç üretim yönteminin faydalı olabileceğini de belirtiyor. ■

Uzayda Geçirilen Altı Ayda Kemiklere Ne Oluyor?

Özlem Ak

Altı ay veya daha uzun süre uzayda kalan astronotlar, yirmi yıllık yaşlanmaya eşdeğer kemik kaybı yaşayabilirler. Araştırmacılar, 30 Haziran'da *Scientific Reports*'ta yayımladıkları raporda görev dönüşünden sonraki bir yıl içinde kaybedilen kemik gücünün yaklaşık yarısının yeniden kazanılabildiğini belirtiyor. Kanada, Calgary Üniversitesinde egzersiz bilimcisi olan Leigh Gabel, kemiklerin yer çekimi olmayan ortamda güç kaybetseler de canlı ve aktif oldukları için yeniden şekillendirilebileceklerini belirtiyor.

Gabel ve meslektaşları, uzayda dört ila yedi ay



geçiren, yaş ortalamaları 47 olan 14 erkek ve 3 kadından oluşan 17 astronotu incelediler. Ekip, alt bacaktaki kaval kemiğinin kemik yapısını ve alt kol kemiğinin yarıçapını görüntülemek için (insan saç telinden daha ince olan 61 mikronluk ölçeklerde 3 boyutlu kemik mikro mimarisini ölçebilen) yüksek çözünürlüklü periferik kantitatif bilgisayarlı tomografi (HR-pQCT) kullandı. Araştırmacılar bu görüntüleri uzay uçuşundan önce, astronotlar uzaydan döndükten hemen sonra, döndükten altı ay sonra ve bir yıl sonra aldı. Elde ettikleri değerleri kemik gücünü ve yoğunluğunu hesaplamak için kullandılar.

Uzayda altı aydan daha kısa bir süre kalan astronotlar, Dünya'ya döndükten bir yıl sonra uzaya gitmeden önceki kemik güçlerini yeniden kazanabildiler. Ancak uzayda daha uzun süre kalanların kaval kemiklerinde on yıllık yaşlanmaya eşdeğer kalıcı kemik kaybı yaşandı. Gabel, alt kol kemiklerinde neredeyse hiç kayıp olmadığını, muhtemelen de bunun nedeninin yapılan ağırlık egzersizleri olduğunu söylüyor. Calgary'den egzersiz bilimcisi Steven Boyd, uzayda ağırlık kaldırma egzersizlerinin kemik kaybını hafifletmeye yardımcı olabileceğini söylüyor. Uzayda bir yıl geçirmenin, vücut üzerindeki etkilerinin araştırılacağı bir NASA projesinin parçası olan Gabel, Boyd ve meslektaşları, öncelikle uzayda yedi aydan fazla kalmanın kemikleri nasıl etkilediğine dair fikir edinmeyi de umuyor. ■

Bitkiler Kendi Aspirinini Üretiyor

Özlem Ak

Bitkiler, aspirin olarak da bilinen salisilik asit üreterek böcek istilası, kuraklık ve ısı gibi çevresel tehlikelerden kendilerini koruyor. Riversie, University of California (UCR)'dan bilim insanları *Science Advances* dergisinde yayımlanan makalelerinde bitkilerin salisilik asit üretimini nasıl düzenlediğini anlattılar. Araştırmacılar Arabidopsis adlı bir model bitki üzerinde çalıştılar. Bu bitkinin hücrelerindeki stres tepkilerine ilişkin edindikleri anlayışları, besin olarak kullanılan bitkiler de dâhil olmak üzere diğer birçok bitki türüne uygulamayı umuyorlar.

UCR bitki genetikçisi ve araştırma ekibinden Jin-Zheng Wang, elde ettikleri bilgiyi mahsul direncini artırmak için kullanabilmeyi istediklerini, bunun günümüzde artan gıda ihtiyacının giderilmesinde önemli rol oynayabileceğini söylüyor. Çevresel stresler, tüm canlı organizmalarda reaktif oksijen türlerinin oluşmasına neden oluyor. Bitkilerdeki yüksek reaktif oksijen seviyeleri öldürücüdür. Ancak düşük seviyelerde reaktif oksijen türleri, bitki hücrelerinde önemli bir işleve sahiptir. Wang, ölümcül olmayan


Araştırmacılar, Wilhelmina van de Ven, Katayoon Dehesh, Jin-Zheng Wang.

seviyelerde reaktif oksijen türlerinin, salisilik asit gibi koruyucu hormonların üretimini sağlayan acil harekete geçirici bir mesaj gibi işlev gördüğünü belirtiyor. Araştırma ekibi, sıcaklık, güneş ışığı veya kuraklığın bitki hücrelerinde şeker yapımında rol oynayan MEcPP diye bilinen bir alarm molekülünün üretilmesine yol açtığını keşfetti. MEcPP'nin bitkilerde birikmesi salisilik asit üretimini tetikliyor ve bu da hücrelerde koruyucu aktivite zincirini başlatıyor. Asit, bitkilerde fotosentezin gerçekleştiği kloroplastı koruyor.

Araştırma ekibinden moleküler biyokimyacı Katayoon Dehesh, salisilik asitin bitkilerin iklim değişikliği ile daha da yaygınlaşan stres koşullarına dayanmasına yardımcı olduğunu; bu nedenle de bitkilerin onu üretme kapasitesini artırabilmenin kilit öneme sahip olduğunu vurguluyor. Araştırmacılar önümüzdeki günlerde bakteri ve sıtma parazitleri gibi organizmalarda da üretilen MEcPP hakkında daha fazla bilgi edinmek istiyorlar. ■

Fil Hortumlarının Hüneri Kırışık Derilerinden Geliyor

Özlem Ak

Proceedings of the National Academy of Sciences dergisinde yayımlanan bir araştırmaya göre fillerin gövdelerinin ön kısmındaki katlanmış deri, hareket kabiliyetlerine katkıda bulunuyor ve uzanıp uzaktaki nesneleri almalarına izin veriyor.

Bir fil, hortumu ile bir nesneyi tutmak için uzandığında, gövdesinin üstündeki derideki fazladan kırışıklıklar, alt deriden daha fazla gerilmesini sağlıyor.

Atlanta, Georgia Institute of Technology'den Andrew Schulz, uzun zamandır fillerin hortumunun ahtapot kolları gibi uzadığının varsayıldığını ve aslında biyomekaniğinin ayrıntılı bir şekilde araştırılmadığını söylüyor.



Araştırmacılar, Atlanta Hayvanat Bahçesi'nde yiyecek parçalarını toplamak için hortumlarını uzatan bir erkek ve bir dişi iki Afrika savan fillerinin videolarını çekti. Ekip ayrıca ölmüş bir filin gövdesini de inceledi.

Dişi filin yiyeceklere ulaşmak için hortumunun uzunluğunu % 20, erkek filin ise %13 kadar artırabildiği tespit edildi. Her iki cinsiyette de gövdenin üst tarafında daha fazla kırışık vardı ve bu durum üst tarafın alt taraftan yaklaşık %15 daha fazla esnediği anlamına geliyordu.

Araştırmacılar, bu mekaniği ve fillerin çevreleriyle etkileşim yollarını anlamanın onların korunmasına yardımcı olabileceğini belirtiyor. Ayrıca bu anlayışların robotik yeniliklere katkıda bulunabileceğini de söylüyorlar. Robotları fil hortumunun derisine benzer şekilde uzayabilir bir malzemeyle kaplamak, esnekliklerini korurken aynı zamanda güçlerini ve sağlamlıklarını da arttırabilir. ■



Anıları İyi ya da Kötü Hatırlamada Bir Beyin Molekülünün Rolü

Özlem Ak

Farelerde yapılan bir araştırmada, travma sonrası stres bozukluğu, kaygı ve bağımlılığı tedavi etmeye yardımcı olabilecek, farklı insanların olumlu veya olumsuz duyguları geçmiş olaylarla nasıl ilişkilendirdiğinin anlaşılmasını sağlayacak bulgular elde edildi. Bu araştırmaya göre, tek bir beyin molekülü, beynin olumlu veya olumsuz duyguları belirli anılara bağlayıp bağlamadığını etkileyebiliyor. Sonuçlar insanlarda tekrarlanırsa, bu keşif, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), kaygı ve bağımlılık için yeni tedavilerin kapısını aralayabilir.

Farelerde yapılan önceki çalışmalarda, belirli bir müzikal ton (süresi, perdesi, yoğunluğu ve tınısı ile karakterize olan düzenli periyodik ses) ile pozitif bir anıyı temsil eden şekerli bir ödülün ilişkilendirilmesi sırasında beynin bazolateral amigdalasındaki bir grup nöronun aktive olduğu gösterilmişti. Aynı deneyde, fareler farklı bir müzikal ton ile negatif bir anı olarak bir elektrik şoku ilişkilendirdiğinde ise yine bazolateral amigdalada bulunan başka bir nöron grubunun aktive olduğu tespit edilmişti.

California, Salk Biyolojik Araştırmalar Enstitüsünden Hao Li ve meslektaşları, bu nöron aktivasyonunun nasıl gerçekleştiğinden emin değildi. Daha fazlasını öğrenmek için, araştırmacılar bir grup fareyi, bir müzikal tonu şekerli bir ödülle, başka bir tonu elektrik çarpmasıyla ve üçüncü bir tonu uyaransız bir şekilde ilişkilendirmeleri için eğitti. Daha sonra farelerin bazılarında, duyguları anılarla ilişkilendirmede rol oynadığından şüphelendikleri nörotensin üreten geni kapatmak için gen düzenleme aracı CRISPR'yi kullandılar. Li, CRISPR'nin belirli bir nörokimyasal işlevi kapatmak için ilk kez kullanıldığını söylüyor. Araştırmacılar, artık nörotensin üretmeyen farelerin, nörotensin üretenlere kıyasla, "pozitif" tonu duyduklarında şeker ödülünü aramada oldukça yavaş olduğunu tespit ettiler ve bunun istatistiksel bir analiz ile de tesadüfi bir sonuç olmadığını gösterdiler. Ekip ayrıca, artık nörotensin üretmeyen farelerin, genetik olarak düzenlenmemiş olanlara göre elektrik çarpmasıyla ilişkili tonlara daha güçlü tepki verdiğini de buldu. Li; amigdalanın memelilerde benzer şekilde davrandığını, insanların muhtemelen benzer bir mekanizmaya sahip olduğunu ve fareler gibi insanların da nörotensin ürettiğini söylüyor. Ayrıca çalışmanın TSSB, kaygı ve bağımlılık için daha iyi tedavilere yönelik araştırmalara yardımcı olacağını umuyor. ■

Yaraların İçinde Dolaşan İlaç Taşıyıcı Robotlar

Mahir E. Ocak

Nanobotlar (nanometre ölçeğinde robotlar) üzerine yıllardır araştırma yapılıyor. Bu robotların uygulama alanlarından biri de vücudun çeşitli bölgelerine ilaç taşımak.

Antimikrobiyal maddelerin difüzyon (çözünen maddelerin daha fazla bulundukları ortamdan daha az bulundukları ortama geçişi) ile yayılması zordur. Barselona'daki Katalonya Biyomühendislik Enstitüsünden Samuel Sanchez ve öğrencileri bu sorunu aşmak için yaklaşık 10 yıldır ilaç taşıyan nanobotlar geliştirmeye çalışıyor. Araştırmacılar, *ACS Nano*'da yayımladıkları son makalelerinde, yaraların içinde dolaşabilen ve yaranın içindeki zararlı bakterileri öldürebilen nanobotlar geliştirmeyi başardıklarını açıkladılar. Böylece ilk kez hayvan vücudunda

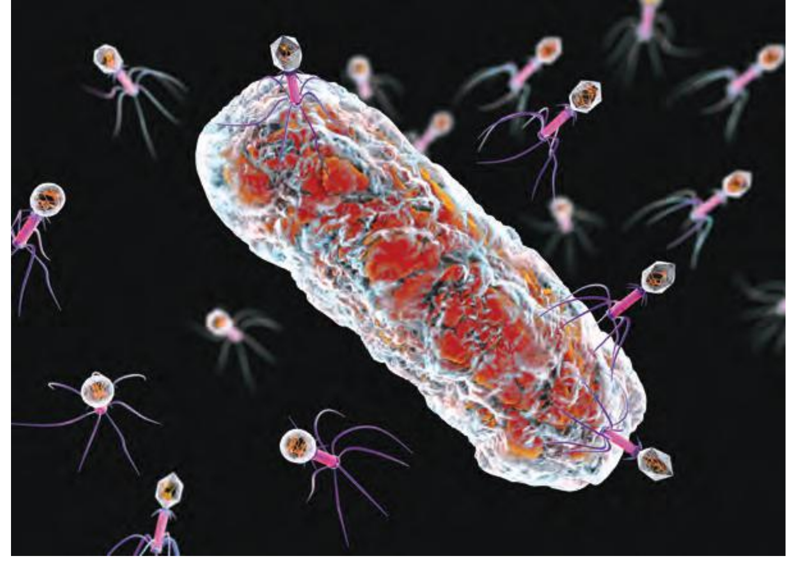
bakterileri öldürmeyi başarabilen nanobotlar geliştirilmiş oldu. Geliştirilen nanobotların küre biçimli iskeleti silikadan (SiO_2) oluşuyor. Taşınacak ilaçlar ve hareketi sağlayan "motorlar" bu iskeletin etrafına bağlanıyor.

Nanobotların hareket etmesini üreaz proteini sağlıyor. Vücuttaki işlevi üreyi amonyak ve karbondiokside dönüştürmek olan bu proteinler, tıpkı kimyasal enerjiyi hareket enerjisine dönüştüren araba motorları gibi çalışıyor. Üreaz proteinleri etraftaki üre moleküllerini parçalarken ortaya çıkan enerji, nanobotların hareket etmesini sağlıyor. Bu nanomotorlar robotların üzerine özellikle düzensiz bir biçimde bağlanıyor. Böylece robotların kaotik bir biçimde hareket ederek bulundukları ortamın her bölgesini dolaşması amaçlanıyor.



Araştırmacılar geliştirdikleri nanobotları farelerin sırtlarındaki apse yapmış yaralar üzerinde başarıyla test etmişler. Yaranın herhangi bir noktasına bırakılan robotlar, kaotik bir biçimde hareket ederek tüm yarayı dolaşıyor. Bu sırada iskeletin üzerine bağlanmış antimikrobiyal maddeler de etraftaki zararlı bakterilerin hücre zarlarını parçalayarak bakterilerin ölmesine neden oluyor. Aynı ilaçları içeren damlalar yaranın aynı noktasına damlatıldığında ise antimikrobiyal maddeler diğer bölgelere ulaşmayı başaramıyor ve etkinlikleri sınırlı kalıyor.

Araştırmacılar, geliştirdikleri nanobotların önemli uygulama alanlarından birinin, diz ve kalça implantlarının güvenli kalmasını sağlamak olacağını düşünüyorlar. Ayrıca ürotelial tümörler gibi dar bölgelerde büyüyen, doğrudan müdahale edilmesi zor ve riskli tümörlere ilaç taşımak için de bu nanobotlardan yararlanılabilir. ■



Bakterileri Öldüren Virüsler Üretmek İçin Yeni Bir Yöntem Geliştirildi

Mahir E. Ocak

Bakteri hücrelerinin içine girerek çoğalan virüsler faj olarak adlandırılır. Giderek çoğalan fajlar eninde sonunda bakterinin ölmesine neden olur.

Zararlı bakterilerle baş etmek için fajlardan yararlanmak üzerine yapılan bilimsel çalışmaların tarihi yüz yıldan daha eski. Ancak giderek çeşitlenen antibiyotik ilaçlar nedeniyle bu çalışmalar zamanla geri plana itilmişti. Günümüzde ise antibiyotiklere karşı direnç geliştiren bakterilere çare bulmaya çalışan bazı araştırmacılar yeniden fajlara yönelmeye başladı. Günümüzde fajların üretilme süreci özetle şöyle ilerliyor: İlk olarak çare bulunmaya çalışılan zararlı bakteriler laboratuvar ortamında çoğaltılıyor. Daha sonra bu bakterileri öldürdüğü bilinen fajlar bakteri kültürlerine ekleniyor. Bakterilerin içine girip çoğalan fajlar, bakteriler öldükten sonra çeşitli işlemlerle içinde bulundukları sıvıdan toplanıyor. Zorlu ve pahalı olan bu süreçle ilgili en önemli sorunlardan biri, bakterilerin hücre duvarlarında bulunan çeşitli zehirli bileşiklerin de ayrıştırılmasının

gerekmesi. Münih Teknik Üniversitesinden Gil Gregor Westmeyer ve öğrencileri ise bu sorunla uğraşmadan bakterileri öldüren fajlar üretmenin daha basit bir yolunu buldu.

Daha önce *E. coli* bakterileri üzerinde yapılan çalışmalar sırasında, ölü bakterilerden elde edilen özütlerde proteinlerin oluşmasının mümkün olup olmadığı incelenmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmişti. Üstelik hücre duvarlarının olmadığı bu sıvılara virüs DNA'ları ve virüs genlerinin ifade edilmesini sağlayan moleküller eklendiğinde, virüsler sanki bakteri hücrelerinin içindeymiş gibi yine çoğalmaya başlıyordu.

Prof. Dr. Westmeyer ve öğrencileri, *Cell Chemical Biology*'de yayımladıkları son makalelerinde, E. coli özütlerinde başka zararlı bakterileri öldüren çeşitli fajları üretmeyi başardıklarını belirtiyorlar. Yeni yöntemde fajları üretmek için canlı bakterilerin kullanılmaması, fajların özütten ayrıştırılması sürecini basitleştiriyor ve sürecin daha kolay ve verimli gerçekleşmesini sağlıyor. Araştırmacılar şu an için üretmeyi başardıkları fajların görece küçük olduğunu, antibiyotiklere karşı dirençli bakterileri öldüren fajların ise çoğunlukla çok daha büyük olduğunu söylüyorlar. Daha büyük fajların bazıları canlı bakterilerin içinde çoğalırken hücre duvarına tutunur. Yeni yöntemde ise fajların çoğalırken tutunabilecekleri bir hücre duvarı bulunmuyor. Araştırmacılar, fajların hücre duvarlarına tutunmalarını sağlayan proteinlerin özütlere eklenmesiyle bu sorunun da aşılabileceğini düşünüyorlar. ■

2022'nin Doğal Kaynakları Tükendi

Mahir E. Ocak

Dünya'nın 2022'de ürettiği ve üretebileceği tüm doğal kaynaklar 28 Temmuz itibarıyla tükendi. Bu tarihten itibaren geleceğe borçlanmaya başladık.

Küresel Ayak İzi Ağı (GFN), 1960'lardan beri insanların bir yılda tükettiği ve Dünya'nın bir yılda ürettiği doğal kaynakların hesabını tutuyor. 1970'lere kadar, doğa, insanların tükettiğinden daha fazlasını üretmeye devam ediyordu. Ancak artan tüketim ve israf ile birlikte durum değişti. İnsanlar 1971'den beri Dünya'nın bir sene içinde üretebildiğinden daha fazla doğal kaynak tüketiyor.

İnsanların bir yıl içinde o yıl Dünya'nın üretebileceği tüm doğal kaynakları tükettiği tarih limit aşım günü olarak adlandırılıyor. İlk limit aşım günü 25 Aralık 1971'di. İnsanlar 1971 yılında o yıl doğanın üretebileceği tüm doğal kaynakları yıl bitmeden 6 gün önce tüketmişti. Aradan geçen zamanda limit aşım günleri giderek daha erken tarihlere denk gelmeye başladı. Bu durumun tek istisnası ise insanların COVID-19 salgını nedeniyle evlere kapandığı 2020 yılıydı.

Bu yıl limit aşım günü 28 Temmuz olarak kayıtlara geçti. İnsanlar, Dünya'nın 2022'de üretebileceği tüm doğal kaynakları yıl bitmeden 156 gün önce tüketti. GFN'nin tahminlerine göre bu yıl insanların tüketeceği toplam doğal kaynak miktarı, doğanın ürettiğinin 1,75 katı olacak.

Basit önlemlerle limit aşım günlerini ileri tarihlere ertelemek mümkün. Doğal Hayatı Koruma Vakfının tahminlerine göre gıda israfının yarı yarıya azaltılması durumunda limit aşım günü 13 gün ötelenebilir. Yeniden ağaçlandırılacak her 45 milyon hektar orman alanı da limit aşım gününün bir gün ileri kayması anlamına geliyor. Kısa mesafelerde motorlu araç kullanmak yerine bisiklete binmek ya da yürümek de doğal kaynak tüketimini azaltmak için alınabilecek diğer basit önlemler arasında. ■



KRİPTOLOJİ

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*

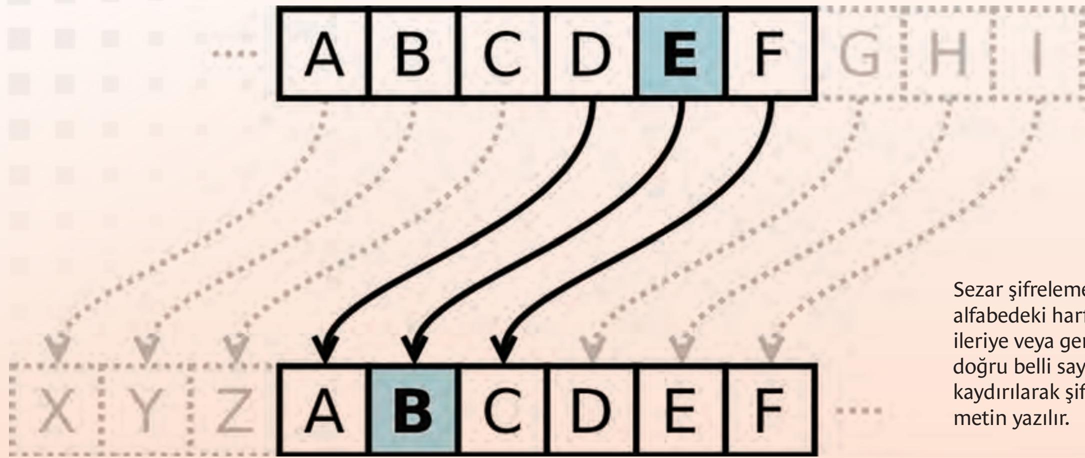
Birkaç asır öncesinde kriptoloji çok az sayıda kişinin bilip katkı sağladığı özel bir alandı. Bugün ise günlük hayatımız dijital dünya ile o kadar iç içe hâle geldi ki dijital cihazları kullanmadan neredeyse bir gün bile geçiremez olduk. Her ne kadar farkında olmasak da televizyon, telefon, tablet ve bilgisayar gibi tüm cihazlar çalışmak için kriptografiye bel bağlamış durumda. Şifre bilimi olarak da bilinen kriptoloji; mesajların belli bir sisteme göre şifrelenmesi, bu mesajların güvenlikli bir ortamda alıcıya iletilmesi ve iletilmiş mesajın deşifre edilmesi anlamına geliyor. İlk başta karmaşık ve fazla teknik bir alan gibi görünse de basit temeller üzerine inşa edilmiş bir bilim dalıdır. Kriptolojinin temellerini ve çalışma mantığını anlamak günümüz dünyasında güvenli iletişim ve verilerimizi kötü niyetli kişilerden korumak için son derece önemli. Bu yazıda kriptolojinin keyifli dünyasına birlikte göz atacağız.





Kriptolojinin Geçmişi

İletişime geçen iki kişi arasında başkalarının öğrenmesini istemedikleri bazı mesajlar olabilir. Tarihin başından bu yana insanlar bu tür mesajları gizli tutmanın yollarını aradı. Bu amaçla kullanılan en eski yöntemlerden biri, alfabedeki harflerin belli sayıda kaydırılarak başka bir harfle yer değiştirilmesiyle mesajların şifrelenmesidir. Roma hükümdarı Jül Sezar tarafından sıklıkla kullanılan bu yöntem Sezar şifreleme olarak da bilinir. Örneğin, 3 harf atlamalı Sezar şifresinde “BABA” yerine “EDED” yazılır. Öte yandan, Sezar şifresini (çevrimsel alfabe) kırmak görece kolaydır: Bir filolog (dil bilimci), bir dilde en çok kullanılan harfleri tespit edebilir. O harfler ile mesajda en sık geçen harfler karşılaştırılarak hangi harfin hangi harf ile değiştirildiği bulunabilir. Bu adımların ardından şifreli mesaj da çözülmüş olur.



Sezar şifrelemede alfabedeki harfler ileriye veya geriye doğru belli sayıda kaydırılarak şifreli metin yazılır.





Antik Yunan’da Spartalılar tarafından kullanılan Scytale. Bir sopanın etrafına sarılan parşömen şeride yazılan mesaj, şerit çözülüp de yukarıdan aşağıya okunduğunda anlamsız görünse de aynı çapta bir sopanın etrafına yeniden sarıldığında okunabilir hâle geliyor.

Bir başka benzer yöntem de harflerin başka sembollerle değiştirilmesidir. Ancak bu yöntemde de Sezar şifrelemeye benzer bir zayıflık vardır. Sık kullanılan sözcüklerin ve harflerin denenmesiyle bu şifreleme de hızla çözülebilir. 1587'de İskoçya kraliçesi Mary, kuzeni I. Elizabeth'e suikast girişimi için Sör Anthony Babington'a bu yöntemle şifrelenmiş bir mesaj gönderdi. İlk başta anlaşılmaz görünen bu mesaj, detaylı şekilde incelendiğinde bazı sembollerin çeşitli sıklıklarda tekrarlandığı tespit edildi. İngilizce metinlerde harflerin sıklık oranına bakılarak kolayca çözülebilecek bu şifreli metin, Kraliçe I. Elizabeth'in ajanları tarafından çözüldü ve bu nedenle hem Babington hem de Kraliçe Mary idam edildi.



Kraliçe Mary tarafından Sör Anthony Babington'a yazılan şifreli mektup ve çözümü

Sonraki dönemlerde kullanılan nispeten daha güvenilir ve popüler bir şifreleme yöntemi ise Blaise de Vigenère tarafından 1586'da yazılan bir kitapta anlatılan Vigenère şifrelemedir. Bu yöntemde bir anahtar sözcük, metindeki her bir harfin şifrelenmesi için kaydırılarak kullanılır. Anahtar sözcüğün sonuna gelince tekrar başa dönerek şifreleme işlemine devam edilir. Bu sayede her bir harf için her seferinde aynı şifreli harf kullanılmamış olur, dolayısıyla da sıklık analizi yapılamaz. 300 yıl boyunca çok güvenli bir şifreleme yöntemi olarak kabul gören Vigenère şifreleme, 1863'te Friedrich Kasiski tarafından kırıldı. Kasiski'nin yöntemi anahtar sözcüğün harf sayısını tahmin etmekle başlıyordu. Anahtar sözcüğün uzunluğu tahmin edildikten sonra ise iş sıklık analiziyle çözülebilecek bir yer değiştirme şifrelemesine dönüşüyordu.

Geçtiğimiz yüzyılın başında ise çok daha güçlü bir şifreleme yöntemi olan Enigma Almanlar tarafından geliştirildi. Bu kriptoloji yönteminde Enigma adı verilen elektromekanik bir alet yardımıyla bir anahtar sözcük ve makinenin başlangıç durumuna göre her bir harfin farklı bir harfe dönüştürüldüğü çok daha karmaşık bir sistem kullanılıyordu. II. Dünya Savaşı'nda Almanlar Enigma'nın kırılamaz olduğunu düşünüyorlardı. Hatta Enigma'nın kırılamayacağına o kadar inanmışlardı ki bazı Alman generalleri savaştan sonra bile Enigma'nın kırıldığına inanmayı reddettiler.



Enigma

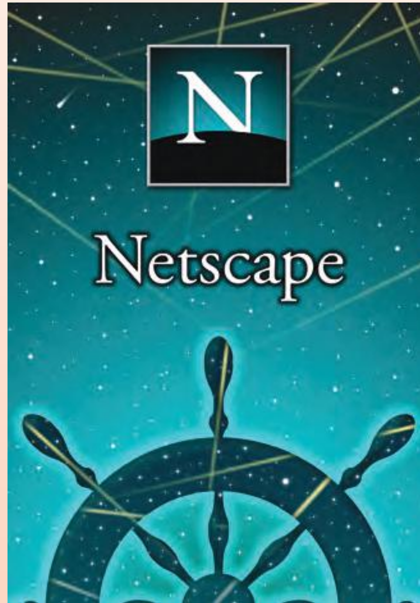
Ancak Enigma bilgisayar biliminin öncülerinden Alan Turing'in de içinde bulunduğu bir ekip tarafından kırılmıştı. Enigma'nın kırılmasında bazı dikkatsizlikler ve hatalar da bu ekibe yardımcı olmuştu. Örneğin hemen her mesajın "Heil Hitler" ifadesiyle bitmesi önemli bir ipucu sağlamıştı. Ayrıca Enigma hiçbir zaman bir harfi kendisiyle eşleştirmiyordu. 1941'de Enigma'yı çözmeye çalışan İngiliz ekibi uzun bir şifreli metin aldı. Bu metinde hiç L harfi geçmiyordu. Bu kadar uzun bir metinde L gibi Almancada sık kullanılan bir harfin bulunmaması mümkün değildi. Bunun tek bir açıklaması vardı, o da aslında bu metnin sadece L harfinden oluşan bir test mesajı olmasıydı. Bir operatör muhtemelen L harfini test etmek için L'ye basılı tutarak uzunca bir şifreli metin oluşturmuştu. Bu sayede bir sonraki mesaj çözüldü ve Cape Matapan muharebesi kazanıldı.

Enigma'nın nasıl çalıştığını ayrıntılı olarak anlatan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/ybkkiGtJmkM adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



Güvenli Şifreleme

II. Dünya Savaşı sonrasında "bilgisayar çağı" başladı ve kriptoloji artık savaşlarda kullanılan veya üst düzey devlet yöneticilerinin ihtiyaç duyduğu bir alan olmaktan çıkarak herkesin kullandığı bir sisteme dönüştü. Bunun için çok daha güvenli şifreleme yöntemlerine ihtiyaç vardı. Geçmiş kriptoloji sistemleri şifreleme yöntemini gizlemeye dayanıyordu. Şifreyi çözmeye çalışan kişinin mesajın nasıl şifrelendiğini bilmemesinin önemli bir güvenlik önlemi olduğu düşünülüyordu. Ancak her defasında farklı şifreler kullanıyor olsanız da aynı yöntemin tekrar tekrar kullanılması sonucunda eninde sonunda kullandığınız yöntem tespit edilebilir. Bu nedenle temel bazı ilkeler ortaya kondu. Bunlardan biri, "Bir kripto sistem, şifreleme anahtarı bilinmediği sürece o sistemle ilgili her şey biliniyor olsa bile güvenli olmalıdır." ilkesidir. Bunu gerçekleştirebilmek için rastgele üretilen gizli anahtarlar kullanılır.

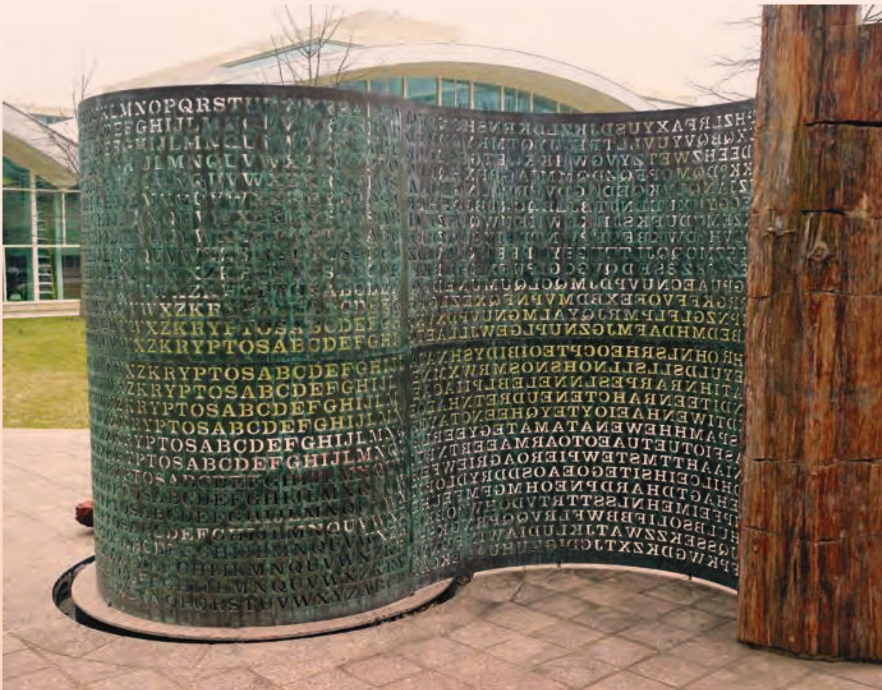


Bir dönemin en popüler internet tarayıcısı Netscape kriptolojide ihtiyaç duyduğu rastgele sayıyı üretme konusunda kolaya kaçınca büyük bir güvenlik açığı ortaya çıkmıştı.

Tüm modern kripto sistemler gizli anahtarlar üzerine inşa edilir. Bu anahtarlar tahmin edilememelidir. Kriptolojide gizlilik için rastgelelik çok önemlidir. Bilgisayar üzerinde rastgele bir sayı üretmenin bir yolunu bulmanız gerekir. Rastgele sayı üretmek için bilgisayar ağında yaşanan gecikmeyi referans almak, kullanıcıların klavye kullanımı ve fare hareketlerini dikkate almak gibi yöntemlerden tutun da termal sıcaklık dalgalanmalarını veya nükleer bozunmayı ölçen donanımlar kullanmaya kadar birçok yöntem geliştirilmiştir. Eğer rastgele sayı üretme yönteminiz zayıfsa kurduğunuz kripto sistem de zayıf olur. Örneğin; Netscape tarayıcısı, SSL iletişimi için bilgisayardaki işlem numarasını (ProcessID) ve günün saatini dikkate alıyordu. Kaynak kodunun gizli olmasına güvenen Netscape'in kaynak kodu tersine mühendislik yöntemleriyle çözülünce SSL şifrelemesi de çözüldü. 2012'de bazı güvenlik uzmanları internetteki güvenli şekilde şifrelenmiş metinleri analiz ettiklerinde bunların bir

kısmının kolayca kırılabildiğini tespit ettiler. Problemin kaynağı; klavye, fare ve sabit disk gibi donanımların aksine rastgele sayı üretmede entropi sağlayacağı düşünülen imkânlara sahip olmayan yazıcı gibi cihazların ürettiği şifrelenmiş metinlerdi. Bu cihazlar tam olarak rastgele bir sayı üretemediklerinden şifreli metinleri kolayca kırılabiliyordu.

Bir şifreli metni kırmak için ilk akla gelen yol şifreyi tahmin etmektir. Muhtemel bütün olasılıkları denerseniz şifreyi kırabilirsiniz. Ancak çoğu şifreleme yönteminde tüm olasılıklar kümesi pratik olarak denenemeyecek kadar büyüktür. Örneğin, Enigma için olası anahtar kümesi 10^{113} ihtimalden oluşuyordu. Yani tüm galaksimizi ışık hızında çalışan bilgisayarlarla doldursak bile biz tüm olasılıkları denemeye imkân bulamadan Güneş'in tüm enerjisi biterdi. Dolayısıyla çoğu zaman şifreyi tahmin etmek işe yaramaz. Bu nedenle şifreli metni kırmak için bazı olasılıkların mantıksal olarak elenmesi gerekir. Bunun için de tıpkı Enigma'nın kırılmasında olduğu gibi şifreli metnin orijinal metinle ilgili sağladığı bazı bilgilerden faydalanmalıyız. Mükemmel bir şifreleme işleminde şifreli metnin orijinal metinle ilgili hiçbir bilgiyi açık etmemesi gerekir. Bunun için de şifreleme için kullanılan anahtarın da metin kadar uzun olması lazımdır ve bu da pratik olarak mümkün değildir. Yine de modern şifreleme yöntemleri bu ilkeler üzerine inşa edilmiştir.



CIA merkez binasının önünde yer alan Kryptos adlı heykeldeki şifreli mesajlardan üçü çözülse de dördüncüsü hâlâ gizemini koruyor.



Her ne kadar şifrelemenin geçmişi çok eskilere dayansa da günlük hayatta kullandığımız birçok sistem yeteri kadar güvenli değildir. Örneğin internete bağlanmak için kullanılan kablosuz ağlarda kullanılan WEP (Wired Equivalence Privacy) protokolü, 1999'da güvenli iletişim için geliştirilmişti. Ancak iki yıl içinde bu protokolün pek de güvenli olmadığı ortaya çıktı. Öyle ki WEP şifreli modemler bir dakikadan kısa bir sürede kırılabiliyordu. Bu bilgiye rağmen yıllar boyunca üretilen birçok modemde, varsayılan erişim protokolü olarak WEP kullanılmaya devam edildi. 2012'de bile kablosuz modemlerin dörtte biri WEP ile iletişim kuruyordu. Bugün hâlâ WEP kullanan birçok cihaz var. Bu örnek bize güvenli tasarlanmayan bir protokolün yıllar boyu sürecek zararlara yol açabileceğini gösteriyor.

Güvenli şifreleme için yıllar içinde çeşitli kriptoloji yaklaşımları geliştirildi. Geleneksel olarak kripto sistemler gerçekleşen saldırılara karşı yeni önlemler almak suretiyle iyileştirmelerin yapıldığı döngüsel bir modelle tasarlanır. Tasarlanan bir şifreleme modeli saldırıya uğrayınca mevcut hataları iyileştirilerek daha iyi bir model geliştirilir. Gelişimsel bir model olsa da bu modelde de bir kripto sistemin güvenli olduğundan emin olmak mümkün değildir. Yine de yeterince güvenli(!) olduğu düşünüldüğünde söz konusu model kullanılmaya başlanır. Ayrıca geliştirilen sistemin kripto analizini yapabilmek için bilgili ve kabiliyetli uzmanlar yetiştirmek de gerekir, bu da hayli zor bir iştir.

Öte yandan, "hesaplama karmaşası kuramı" diye bilinen bir yaklaşımla, şifreyi çözmeye çalışan kişinin sahip olduğu bilgi işleme gücünü hesaba katarak kripto sistemler tasarlanabilir. Bir başka deyişle, şifreli metin teoride kırılabilir olsa da pratikte gerekli bilgisayar gücü sağlanamadığı için kırılamayacaktır. Bu tür şifreleme için matematiksel problemlerden faydalanmamız gerekir. Bunlar öyle problemler olmalı ki mesajı şifreleyenler fazla zahmet çekmemeli, şifreyi kırmaya çalışanlarsa çok zahmet çekmelidir. Bu tür problemler için bilgisayar biliminde NP-Complete olarak bilinen hesaplaması zor problemler akla gelir. Ancak bunlar şifreleme için iyi bir seçim değildir. Çünkü en kötü senaryoda hesaplaması çok zor olsa da ortalama durumlar için hesaplanmaları o kadar da zor değildir. Bu bağlamda, tek yönlü fonksiyonlar kriptoloji için çok daha ideal problemler. Bu fonksiyonları hesaplaması çok kolay ama geri döndürmesi çok zordur. Tek yönlü fonksiyonları



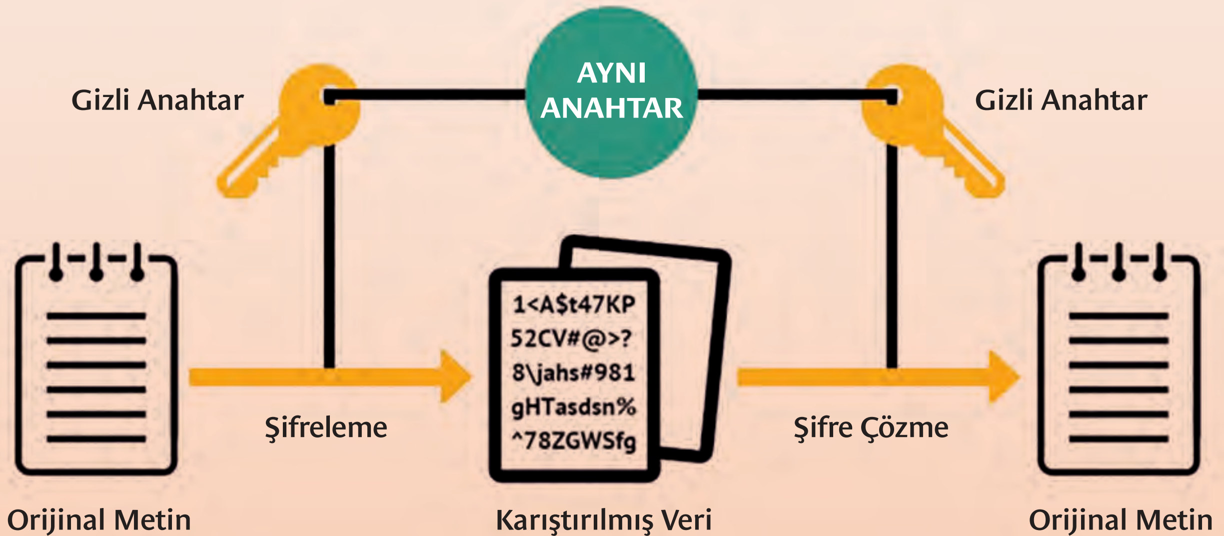
tıpkı cam bir vazo gibi düşünebilirsiniz. Kırması kolay ama tekrar birleştirmesi çok zordur. Bu tür fonksiyonlara en güzel örnek çarpma işlemidir. Bütün sayılar ya asal sayıdır ya da asal sayıların çarpımıyla oluşur. İki sayının çarpımını hesaplamak kolaydır. Ama rastgele verilen bir sayının hangi sayıların çarpımı olduğunu hesaplamak çok çok zordur. Örneğin 20'nin 2x2x5 olduğunu anlamak kolaydır ancak 2.244.354'ün 2 x 3 x 7 x 53.437 olduğunu tespit etmek hayli zordur. Bir bilgisayar için, her biri 100 basamak uzunluğunda iki asal sayıyı çarpmak o kadar da zor değildir. Ancak büyük bir sayıyı asal çarpanlarına ayırmak süper bilgisayarlar için bile oldukça zaman alıcıdır. Bu matematiksel bilgiyi kullanarak bir şifreleme sistemi yani güvenlik modeli geliştirilebilir.

Güvenlik Modeli

İdeal senaryoda iletişime geçmek isteyen iki kişi başka hiçbir kimsenin haberdar olamayacağı bir kanal üzerinden iletişim kurabilmeli. Ancak gerçek hayatta böyle bir kanal yerine internet ve telefon gibi başkalarına da açık kanallar üzerinden iletişim sağlanıyor. Kriptolojinin temel işlevi bu şekilde açık kanallar üzerinden yapılan iletişimi güvenli kılmaktır. Kriptoloji ideal bir kanalın tüm özelliklerini sağlamaya çalışmak yerine mahremiyet, mesajın gerçekliği ve bütünlüğü gibi en önemli konulara odaklanır. Bu amaçları gerçekleştirebilmek için taraflar bir iletişim yöntemi, yani "protokol" üzerinde anlaşmalıdır. Kullanılacak şifreleme yöntemlerinin yanı sıra yazılımlar ve cihazlar gibi unsurların tümü protokol kapsamında belirlenir. Kriptolojide sadece güvenli iletişim kuran kişilerin bildiği, ancak başkalarının bilmediği özel bazı bilgilerden faydalanılır. Kriptolojide kullanılacak güvenlik modeli başlangıçta kimin hangi anahtar şifrelere sahip olduğunu belirler. Temel olarak iki güvenlik modeli vardır: Simetrik (paylaşılan anahtarlı) ve asimetrik (açık anahtarlı) model.

Simetrik Model

En basit ve yaygın model gönderici ve alıcının başkalarının bilmediği bir anahtar kullanarak şifreleme yapmasıdır. Simetrik model denilen bu yöntemde, tüm şifreleme ve şifre çözme işlemleri bu anahtara göre yapılır. Gönderici ve alıcı taraflar güvenli iletişime başlamadan önce bir şekilde ortak bir anahtar (şifre) belirlemelidir. Bir şekilde iki tarafın





da bu şifreyi bildiği ve üçüncü tarafın bu şifreyi ele geçiremeyeceği varsayılır. Simetrik algoritma, bir şifreleme algoritması ve anahtar şifre kullanarak açık bir metni anlamsız bir metne çevirir. Ayrıca mesajın yolda değiştirilmediğini doğrulamak için mesaj kimlik kodu (MAC) adı verilen bir etiket de mesaja eklenir. Gönderici bu etiketi oluşturmak için şifreli metin ve anahtarı birlikte kullanır. Eğer metin içerisinde küçük bir kısım değişse bile bu etiket geçersiz olacaktır. Bu şifrelenmiş metni ele geçiren üçüncü bir kişi başlangıçtaki açık metinle ilgili hiçbir bilgiye ulaşamamalıdır.

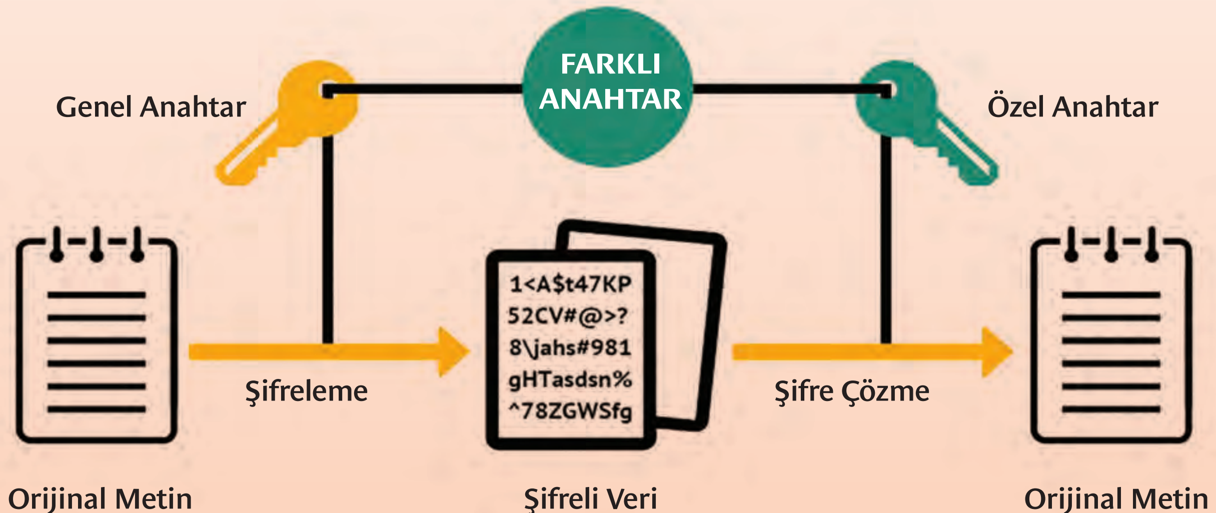
Öte yandan simetrik modelde bir saldırgan şifreli metnin uzunluğunu analiz ederek orijinal metnin uzunluğunu çözebilir. Ayrıca taraflarla ilgili sahip olduğu ek bilgiler (kim oldukları, ne amaçla konuştukları, konunun ne olduğu gibi) şifrenin kırılmasına yardımcı olabilir.

Asimetrik Model

50 yıl öncesine kadar kriptoloji, şifrelemek için kullanılan anahtarın şifreyi çözecek kişilerle önceden paylaşılması esasına dayanıyordu. Sezar şifrelemede kaç karakter kaydırılması gerektiği taraflarca önceden belirleniyordu. Enigma'da da şifrelenen mesajı çözebilmek için bir Enigma cihazına ve şifre defterine ihtiyaç vardı. Peki ya böyle bir imkân yoksa? Yani taraflar güvenli iletişim için kullanacakları şifreyi önceden paylaşmamışlarsa o zaman ne olacak? 1974'te Berkeley'de üniversite öğrencisi olan Ralph C. Merkle bir ders için verdiği proje önerisine şöyle başlamıştı:

"Bugüne kadar doğru kabul edilen, *'İki kişi güvenli iletişim kurmak için önceden bir şifreli iletişim yöntemi üzerinde anlaşmalıdır, aksi takdirde herkese açık bir iletişim kanalını kullanarak güvenli şekilde iletişim kuramazlar.'* varsayımının yanlış olduğunu düşünüyorum. Hayır şaka yapmıyorum…"

Her ne kadar Merkle'ın proje önerisi okul tarafından reddedilse de sonrasında Merkle ile tanışan Whitfield Diffie ve Martin Hellman bu fikri geliştirip adına "açık anahtar kriptografisi" (public key cryptosystem) diyerek 1976'da yayımladıkları makaleyle bugün Diffie-Hellman anahtar değişim protokolü diye bilinen yöntemi dünyaya tanıttı.



Açık anahtarlı model olarak da bilinen asimetrik modelde, iletişim kurmak isteyen taraflar arasında önceden bilinen bir anahtar şifre kullanılmaz. Her iki tarafın da herkesle (üçüncü kişiler dâhil) paylaştığı bir açık anahtarı ve kimseyle paylaşmadığı bir gizli anahtarı olur. Gönderici gizli bir mesaj göndermek istediğinde alıcının açık anahtarını kullanarak bu mesajı şifreler. Bu şifreyi çözmek için ise alıcının gizli anahtarı gerekir, aksi takdirde bu şifre çözülemez (daha doğrusu çözülmesi mevcut bilgisayarların kapasitesiyle son derece zordur). Alıcı ise kendi gizli anahtarını kullanarak şifreli metni anında çözebilir. Mesajın belirli bir göndericiden geldiğini teyit etmek için şifreli mesaja bir imza bölümü eklenir. Bu bölüm göndericinin gizli anahtarıyla şifrelenmiş olsa da göndericinin açık anahtarıyla çözülebilir. Böylece alıcı mesajdaki imza bölümünü göndericinin açık anahtarıyla çözerek bu mesajın gerçekten de o belirli göndericiden geldiğini anlar. Bir önceki bölümde bahsettiğimiz asal çarpanlara ayırma konusu burada kullanılır. Açık anahtar büyük sayı iken, gizli anahtar bu sayıyı oluşturan asal sayılardır. Asal sayılardan açık anahtara ulaşılabilirken, açık anahtardan çarpanları oluşturan sayılara ulaşılamaz.

Günümüzde asimetrik şifreleme için en yaygın kullanılan yöntem RSA algoritmasıdır. RSA'da açık anahtarla şifrelenen metin gizli anahtarla çözülür, gizli anahtarla şifrelenen metin de açık anahtarla çözülür. Böylece size mesaj göndermek isteyen kişi mesajı sizin açık anahtarınızla şifreleyerek gönderir. Gizli anahtar sadece sizde olduğu için bu şifreyi sizden başkası çözemez. RSA anahtarları genellikle 1.024 veya 2.048 bit uzunluğunda olur. İki yıl süren bir denemede, çok yoğun işlemci gücü ve birçok kişinin desteğiyle 768 bitlik bir RSA şifresi kırıldı. İşlemci kapasitesindeki hızlı artış dikkate alındığında önümüzdeki yıllar içerisinde 1.024 bitlik şifrelerin kırıldığını görebiliriz. Dolayısıyla artık 2048 bit veya daha uzun şifrelerin kullanılması tavsiye ediliyor. İnternet erişiminde sıklıkla kullanılan TLS (Transport Layer Security) de RSA üzerine kuruludur.



Hash

Hash bir verinin matematiksel özetini ifade eden değer olarak tanımlanabilir. Elimizde internetten indirdiğimiz bir dosya olduğunu varsayalım, bu dosyanın orijinal dosyanın bire bir aynısı olduğundan nasıl emin olabiliriz? Elbette orijinal dosya indirilip bütün veri bitleri tek tek karşılaştırılarak sağlama yapılabilir ama bu son derece zahmetli bir yöntemdir. İşte bu noktada Hash fonksiyonları devreye girer. Bu fonksiyonlar veri boyutu ne kadar büyük olursa olsun hep aynı uzunlukta bir özet çıkarır. Verideki bir bit değişmiş olsa bile farklı bir özet ortaya çıkar. İki ayrı dosyanın aynı hash özetine sahip olma olasılıkları hayli düşüktür. Hash fonksiyonları bir veriyi sabit uzunluktaki başka bir

veriye dönüştüren algoritmalardır. Bu fonksiyonlar deterministik olarak çalışır. Yani bir veri için her defasında aynı sonucu verir. İki dosyanın aynı olup olmadığını kontrol etmek için faydalı bir yöntem olsa da işin içine gizlilik girdiğinde bu fonksiyonlar yetersiz kalabilir. Her ne kadar özet veriden orijinal veriye ulaşmanın doğrudan bir yolu olmasa da (çünkü bu veri özettir) dolaylı yöntemlerle orijinal veri tahmin edilebilir.

Çevrim içi sistemlere giriş yapmak için kullandığımız parolalar veri tabanlarında hash'lenerek saklanır. Örneğin Adana909 şeklinde bir parolanız olduğunu varsayalım. Bu parola bir hash fonksiyonundan geçirilerek ZHHHHXXHXGSUYTK şeklinde bir metne dönüştürülür ve veri tabanında saklanır. Siz sisteme her girmeye çalıştığınızda girdiğiniz parola aynı yöntemle hash'e dönüştürülür ve hash'ler kıyaslanır. Eğer hash'ler aynı ise girmenize izin verilir. Bu sistemin veri tabanını ele geçiren kötü niyetli bir bilgisayar korsanı çokça bilinen parolaların hash'lerini kıyaslayarak var olan parolaları kırabilir. Bu sorunu çözmek için tuz (salt) adı verilen bir anahtar sözcük kullanılır. Kullanılan hash fonksiyonuna sadece sistemin sahibinin bildiği özel bir metin kullanılarak dönüşüm sağlanır. Böylece veri tabanı ele geçirilse bile bu parolalar orijinaline dönüştürülemez. Hatta kimi sistemlerde her kullanıcı için farklı bir tuz oluşturulur ve bu tuz değerleri de veri tabanında saklanır. Böylece aynı parolayı kullanan kişilerin hash'leri bile farklı olur. Bu durumda veri tabanını ele geçiren bir bilgisayar korsanının her bir kullanıcının şifresini çözmesi için ayrı ayrı bütün bilinen parolaları denemesi gerekir ki bu da çok çok maliyetli bir işlemdir. Dolayısıyla bu yöntemle parolalar güvenli şekilde saklanmış olur. MD5, SHA-1, SHA-2, SHA-3, bcrypt, ve BLAKE3 gibi algoritmalar en popüler hash algoritmalarıdır.

Blok Şifreleme

Blok şifreleme belli uzunluktaki veri bloklarını şifrelemek için kullanılan algoritmadır. Bu algoritma bir açık metni, bir anahtar metin yardımıyla aynı uzunluktaki farklı bir metne dönüştürür. Şifrelenmiş metin aynı anahtar metin kullanılarak bir şifre çözme algoritmasıyla tekrar açık metne de dönüştürülebilir. Şu anda kullanılan en popüler blok şifreleme metodu İngilizce



Advanced Encryption Standard (İleri Şifreleme Standardı) ifadesinin kısaltması olan AES'dir. Bu algoritma, DES adındaki blok şifreleme metodunun yeterli gelmemesi üzerine herkesin katılımına açık olarak düzenlenen bir yarışma sonucunda ortaya çıktı ve geniş bir çevre tarafından kabul gördü. AES'de blok uzunlukları 128 bit, anahtar uzunluklarıysa 128, 192 ve 256 bit uzunluğunda olabilir.

KUANTUM KRİPTOLOJİ

Kuantum fiziğinin kriptolojide kullanımı yeni gibi gelse de aslında 1960'lara kadar uzanıyor. 1968'de Stephen Weisner'in kuantum para uygulaması kuantum fiziğinin kriptolojiye dönük ilk uygulaması olarak literatüre geçti. Kuantumla ilgili temel kavramları anlamak



biraz güç. Örneğin bir cisimciğin aynı anda iki yerde veya durumda bulunabilmesi olarak adlandırılan süperpozisyon, cisimciklerin arasında uzun mesafeler olsa bile etkileşim hâlinde olduğu kuantum dolanıklığı ve kuantum bilinmezliği gibi ilkeler klasik fizikten çok farklı olduğu için bu konuları anlamak ve üzerlerinde çalışmak hayli zor olabilir.

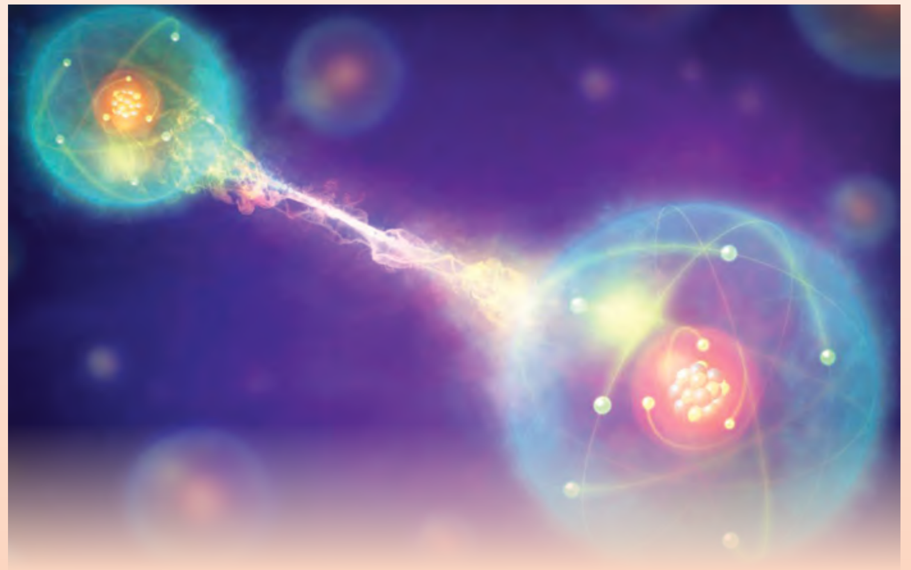
Klasik bilişimde her şey 0 veya 1 değeri alabilen bitler üzerine inşa edilmiştir. Kuantum bilişimdeyse bit yerinde kübit (qubit) vardır. Bit 0 veya 1 değerlerinden biri olmak zorundadır ancak kübit için böyle bir zorunluluk yoktur, her ikisi birden olabilir. Biraz kafa karıştırıcı olsa da kuantum bilişimi güçlü yapan bu temellerdir. Bir kübite ölçüm işlemi uygulandığında 0 veya 1 olarak bir değer elde edilir. Yani artık kübit klasik bir bite dönüşmüş olur. Bir bakıma ölçerek kuantum sistemi bozmuş oluruz.

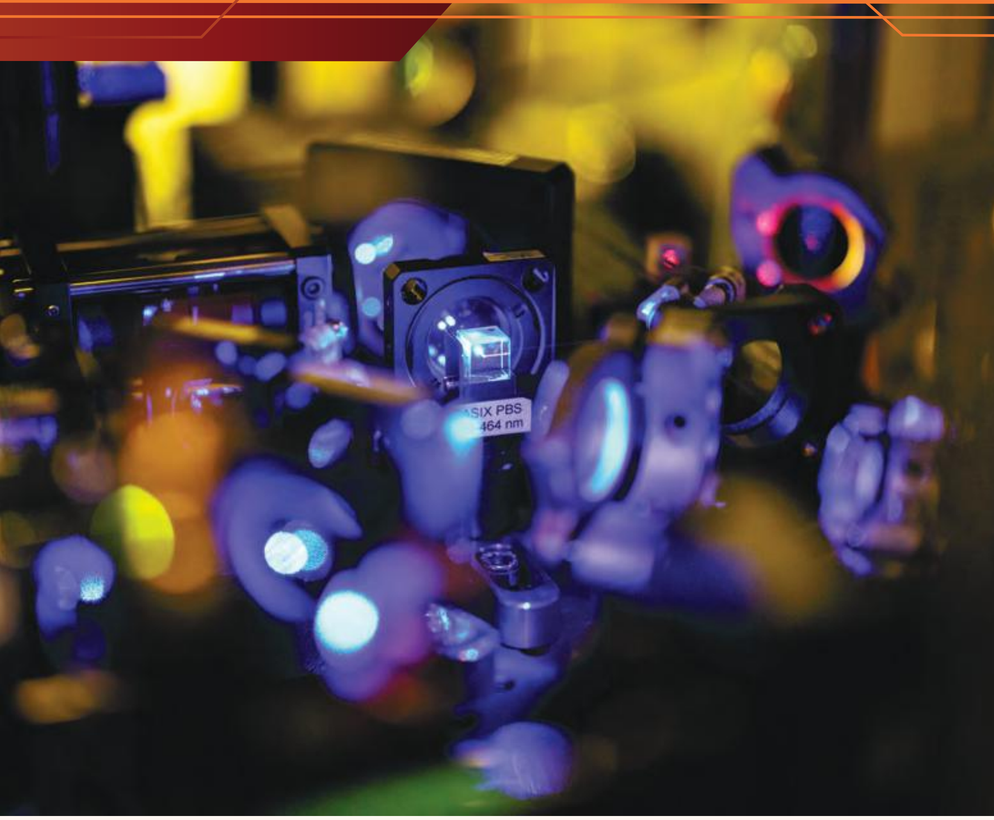
Diğer yandan, bir kuantum sistemi fiziksel olarak klonlamak mümkün değildir. Bir başka deyişle bir kuantum verisini alıp iki eşit kopya olarak veren bir sistem yoktur. Çünkü kopyalamak için okuduğunuz anda kuantum sistem bozulur. Kuantumu ilginç kılan bir başka unsur da kuantum dolanıklığıdır. Elimizde bir kübit olduğunu düşünelim. Bunu ölçerek kuantum sistemini çökerttiğimizde ilgisiz gibi görünen bir başka kübit de bundan etkilenir ve aynı anda o da çöker. Bir bakıma görünürde birbiriyle bir bağı olmayan ama ortak hareket eden iki kutunuz var gibi düşünebilirsiniz.

Kuantum kriptolojinin temelleri eşlenik kodlama (conjugate coding) veya kuantum kodlama diye adlandırılan yönteme dayanıyor. Bu yöntem daha önce bahsedilen iki anahtar özelliğe göre çalışır. İlk olarak, eşlenik kübitlerden birini okumak diğerinin de yıkılmasına neden olur. İkincisi, kuantum kodlamayı doğrulayabilmek için kodlama algoritmasını bilmek gerekir; aksi takdirde kodlanmış veri okunduğunda yapısı bozulacağı için onu doğrulamak mümkün olmayacaktır. Wiesner'in yıllar önce ortaya attığı kuantum para, tam da bu ilkeler üzerine kuruluyordu ve asla sahtesi yapılamayacak dijital jetonlar üretmeyi hedefliyordu.

Kuantum anahtar dağılımı (Quantum Key Distribution -QKD) ise güvenli iletişim kurmak isteyen iki tarafın rastgele üretilmiş kuantum







temelli ortak anahtarların mesajları şifrelemek ve şifreyi çözmek için kullanılmasıdır. Bu yönüyle geleneksel kriptografik sistemlere benzese de gönderilen mesajların üçüncü bir kişi tarafından okunması durumunda çöken kuantum sistemlerden dolayı mesajlar bozulacak ve birilerinin araya girdiği anında anlaşılacaktır. Geleneksel açık anahtar sistemleri hesaplama zorluğuna dayanarak çalışırken QKD tamamen kuantum fiziğinin temel yapısına dayalı olarak çalışır. Ancak QKD yönteminde ortak anahtarın önceden biliniyor olması gerekliliği bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir. Kuantum şifrelemede ilk akla gelenin QKD olmasındaki en büyük etken, laboratuvar ortamında test edilebiliyor olmasıdır.

Kriptolojinin temel öğelerinden birisi de üstlenme şemasıdır. Üstlenme şemasında seçilmiş bir bilgiyi kapalı olarak başkalarıyla paylaşırsınız ve sonrasında o bilgiye erişmek için gerekli anahtarı seçtiğiniz kişiyle paylaşırsınız. Üstlenme şemasını bir mektup yazıp küçük bir kasaya kilitleyerek kasayı bir başkasına göndermeye benzetebilirsiniz. Zamanı geldiğinde anahtarı paylaşarak karşıdakinin mektubun içeriğini görmesini sağlayabilirsiniz ancak o zamana kadar bu bilgi değişmeden kasada saklı kalır. Kuantum kriptolojide bu işin yapılabilmesi için bit üstlenmesinden faydalanılır. Bit üstlenmesinde gönderici alıcıya iki bilgi gönderir. Alıcı bu bilgilerden birisini almayı seçer. Gönderici alıcının bu bilgilerden sadece birini aldığından emin olur. Alıcı da göndericinin bu bilgileri sonradan değiştirmediğinden emin olur. Önceleri bu kavramın kuantum bilişimde yapılabileceği düşünülürken sonrasında bu işlemi güvenli bir şekilde gerçekleştirmeyle ilgili soru işaretleri ortaya çıktı. Bu alanda çalışıldıkça iki yönlü hesaplama ve tarafların karşılıklı güvensizliğinin giderilmesi gibi hususlarda kuantumun sunduğu olanakların yeterli olamayabileceği soruları gündeme gelmeye başladı. Dolayısıyla, kuantum bilişim kriptolojinin temellerini oluşturan ilkeleri sağlayamazsa güvenli bir kriptoloji yöntemi olarak kullanılamayabilir. Buna rağmen QKD'nin başarıyla uygulanabileceği kuantum tabanlı ağların kurulması için çalışmalar devam ediyor. Yani bildiğimiz internet ağının yerine kuantum için uygun hatlarla hazırlanmış yeni bir ağın oluşturulması gerekiyor. Bu konuda DARPA Quantum Network, Vienna QKD, Çin hiyerarşik metropol ağı, Tokyo QKD, 2.000 km'lik Beijing-Shanghai kuantum hattı ve Birleşik Krallık kuantum ağı gibi ağlar üzerine çalışmalar yürütülüyor.

Öte yandan kuantum bilişimin kriptolojiyle iki yönlü ilgisi bulunuyor. Birincisi yukarıda belirttiğimiz kuantum anahtar dağıtımı (QKD) adındaki güvenli iletişim sağlayan kripto sistemin kurulması, diğeri ise kuantum sonrası şifreleme (PQC). Kuantum bilgisayarların teoride sunduğu devasa hesaplama gücüyle, bugünkü süper bilgisayarlarla bile kırılması binlerce yıl sürebilecek şifreler saniyeler içinde kırılabilir.

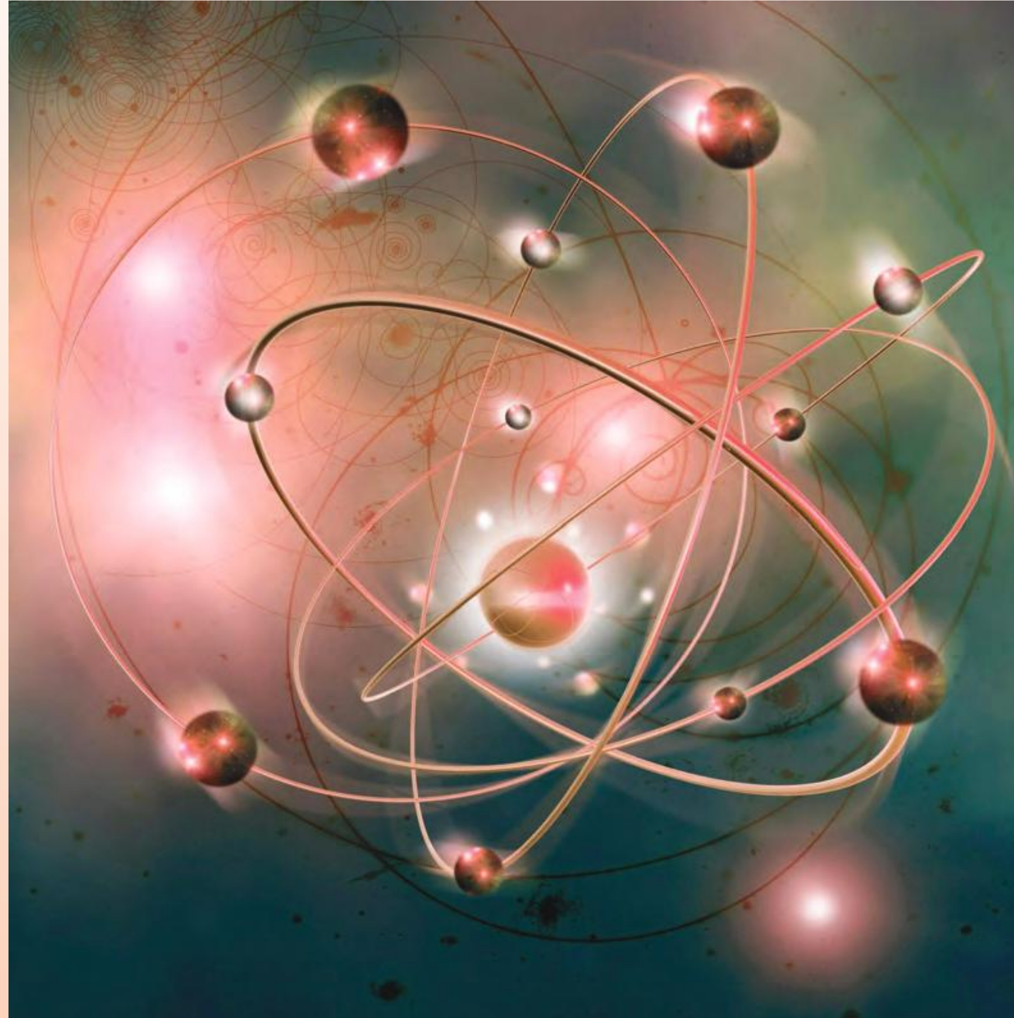
Bugün için şifrelenmiş bir iletişimi dinleseniz bile veriler şifreli olduğu için içeriğini tespit edemezsiniz. Ancak bu şifreli iletişim kayıtlarını saklayıp birkaç yıl sonra ortaya çıkabilecek yeni bir klasik algoritmayla veya kuantum bilgisayarla çözmek mümkün olabilir. Yani kuantum teknolojisinde yaşanacak gelişmeler sadece gelecekteki iletişimimizi etkilemeyecek. Bugün yapmış olduğumuz şifrelenmiş güvenli iletişimlerimiz kayıt altına alınıp ileride ortaya çıkacak olan kuantum sistemleriyle çözülebilecek. Bir başka deyişle aslında bugünkü güvenli iletişimlerimiz de tehdit altında. Bu nedenle bugünden kuantum güvenliğine sahip şifreleme algoritmalarına geçiş yapmak gerekiyor. PQC günümüzde hesaplaması zor olan faktöriyel ve diskrit logaritma gibi problemlerin kuantum bilgisayarlarla hızlıca çözülmesi anlamına geliyor.

Yine de SHA2, SHA3 ve BLAKE2 gibi kriptografik hash fonksiyonlarının büyük çoğunluğu; HMAC ve CMAK gibi MAC algoritmaları; bcrypt, Scrypt, Argon2 anahtar üretim fonksiyonları kuantum bilgisayarlar tarafından tehdit altında değil. AES-256, Twofish-256 gibi simetrik şifreleme algoritmaları da benzer şekilde kuantum korumalı olarak değerlendiriliyor. Öte yandan RSA, DSA, ECDSA, EdDSA, DHKE, ECDH ve ElGamal gibi açık anahtar kripto sistemleri kuantum bilgisayarlar tarafından kolayca kırılabilir.

Tüm kriptoloji algoritmalarının kuantum saldırılara karşı korumalı hâle getirilmesi pek mümkün görünmüyor. Çünkü koruma için çok daha uzun anahtarlar kullanmak gerekiyor ve bu da internet tüketimini artırıyor. Gerçek manada çalışan kuantum bilgisayarların geliştirilmesi için belki onlarca yıl beklemek gerekecek ama RSA gibi tüm iletişim yöntemlerimize alt yapı sağlayan algoritmaların daha güçlü hâle getirilmesi yine de faydalı olacaktır.



Ortaya atılmasından bu yana geçen yarım asırlık sürede kuantum kriptoloji heyecan verici ve aktif bir alan oldu. Kriptoloji, kuantum fiziği, matematik, bilgisayar bilimi, elektronik gibi alanlardaki güncel yöntem ve algoritmaların uygulanmaya çalışıldığı disiplinler



arası bir alan olan kuantum kriptolojide deneysel çalışmalar hâlâ prototip düzeyinde olsa da kavramsal çalışmalar her geçen gün olgunlaşıyor. Bu alanda çalışılması gereken birçok başlık olsa da aşağıda sıralananlar öne çıkıyor:

▶ Kuantum algoritmalar hangi tür kripto sistemleri çökertebilir? Kuantum sonrası kripto sistemler nasıl tasarlanmalı?

▶ Pratikte uygulanabilir olan cihazlardan bağımsız protokoller yapabilir miyiz? İletişim kanallarında yaşanacak gerçekçi bir gürültü miktarını tolere edebilen cihazlardan bağımsız protokoller geliştirilebilir mi?

▶ Dürüst kişilerin kolayca iletişim kurduğu ama saldırganların çözmek için devasa kaynaklar tüketmek zorunda kaldığı kuantum kriptografik sistemler kurulabilir mi?

▶ Açık anahtarlı kuantum para geliştirilebilir mi?



Frekans analizini ilk defa anlatan Kindî'nin yazdığı kitaptan bir bölüm

ŞİFRE KIRMA

Şifrelenmiş bir metni açık metne (şifrelemeden önceki orijinal metin) dönüştürmenin iki yolu vardır. İlki şifre çözme teknikleriyle anahtar kullanarak şifrenin çözülmesidir. Kriptoanaliz olarak bilinen ikinci yöntem ise anahtara sahip olmadan şifreli metnin analiz edilmesiyle kalıpların veya diğer göstergelerin keşfedilerek açık metnin ortaya çıkarılmasıdır. Şifre kırma olarak da bilinen ikinci yöntemde birçok farklı teknik kullanılır.

Şifre kırma tekniklerinden en yaygın kullanılanı frekans analizidir. Ünlü Müslüman bilim insanı Kindî tarafından geliştirilen bu yöntemde amaç, metnin şifrelendiği dildeki harf ve sözcüklerin kullanım sıklığıyla şifreli metindeki harf ve sözcüklerin kullanım sıklığını karşılaştırarak şifreyi çözmektir. Türkçede 29 harf vardır ve genel olarak en çok kullanılan harfler sırasıyla "a", "e" ve "k" harfleridir. Sözcük bazında baktığımızda en sık kullanılan sözcükler "bir", "ve", "bu", "da", "de" ve "için" gibi sözcüklerdir. Bu genel bilgiler kullanılarak harfler ve sözcükler için bir frekans tablosu oluşturulur. Daha sonra şifreli metinde geçen harfler ve sözcükler için de benzer şekilde bir frekans tablosu oluşturulur. Bu iki tablo



Dans Eden Adamların Maceraları başlıklı kitapta, ünlü kurgu dedektif Sherlock Holmes dans eden adam figürlerini inceleyerek ve sıklık analizini kullanarak şifreli metni çözüyordu.

kıyaslanarak örtüşen harf ve sözcükler tespit edilmeye çalışılır. Şifreli metin ne kadar uzun olursa genel ortalamalara yakın frekanslar gösterme olasılığı, dolayısıyla da şifrenin çözülme olasılığı artar. Metni analiz ederken sadece harf ve sözcüklere bakılmaz, aynı zamanda en çok yan yana gelen harfler, sık kullanılan kalıplar, pek yan yana gelmeyen harfler, cümle başında pek fazla yer almayan harfler gibi birtakım kurallar da dikkate alınır.



Bir başka şifre kırma tekniği, açık ve şifreli hâli bilinen bir metinden yola çıkarak şifreleme algoritmasının tahmin edilmeye çalışılmasıdır. Örneğin II. Dünya Savaşı'nda Almanlar her gün aynı saatte hava durumu raporunu birimlerle paylaşıyordu. Hava durumunun Almancası olan "wetter" sözcüğü şifreli metinlerde hep aynı yerde bulunuyordu. Böylece bu sözcüğün şifreli ve şifresiz hâli bilinmiş oluyordu. Ayrıca yerel hava durumu İngilizler tarafında da bilindiği için metnin diğer kısımlarını da tahmin etmek zor olmuyordu. Üstelik her mesajın sonunda "Heil Hitler" ifadesi yer alıyordu. Bazı durumlarda şifreli metinde geçmesi için Alman istihbaratına bazı yer isimleri sızdırılıyordu. Kısa bir zaman sonra şifreli metinlerde bu yer isimleri geçmeye başlayınca şifreleme algoritmasıyla ilgili başka bilgiler de elde ediliyordu. Açık metin saldırısı olarak bilinen bu yöntem özellikle klasik şifreleme yöntemlerine karşı hayli etkilidir.

Bilgisayar teknolojilerinin geliştirilmesiyle hangi algoritmayla şifrelendiği bilinen bir şifreli metni çözmek için olası bütün anahtarlar da denenebilir. Kaba kuvvet saldırısı (brute-force attack) olarak bilinen bu yöntemde amaç bilgisayarın hızını kullanarak olabilecek bütün şifrelerin denenmesidir. Bu tür saldırılarda öncelikle olası şifrelerin bir tablosu kullanılır. Örneğin Türkçede sıkça kullanılan belirli uzunluktaki metinlerden başlanır. ■

Kriptoloji konusuna ilgi duyan okurlarımız için küçük bir bulmacamız var. Aşağıda Sezar şifreleme yöntemiyle şifrelenmiş metni çözüp, doğru cevabı *bteknik@tubitak.gov.tr* adresine gönderen okurlarımızdan birine sürpriz bir hediyemiz olacak.

KTVTY HO FOÜZTÜ NOÇPTDTZTZ TVÜ DJIŞDŞ SJZPT IŞVNJ IJIŞYVJZYŞEFŞÇ

Kaynaklar

Boaz B. (2021). An Intensive Introduction to Cryptography. 46, 52-53, 146, 187-188, 25 Mayıs 2022 tarihinde, https://github.com/boazbk/crypto adresinden erişildi.

Pirandola, S., Andersen, U. L., Banchi, L., Berta, M., Bunandar, D., Colbeck, R., Englund, D., … *Gehring, T. (2020). Advances in quantum cryptography, Advances in Optics and Photonics*, Vol. 12, No. 4, 1017. doi: https://doi.org/10.1364/AOP.361502

Rosulek, M. The Joy of Cryptograph. 205, 209. 25 Mayıs 2022 tarihinde, joyofcryptography.com adresinden erişildi.

Bellare, M., Rogoway, P. (2005). Introduction to Modern Cryptography, 9, 50-54. California: University of California Press.

Broadbent A., Schaffner C. (2016), *Quantum cryptography beyond quantum key distribution, Designs, Codes and Cryptography*, 78, pages351–382 (2016) DOI 10.1007/s10623-015-0157-4

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

İLK BİLGİSAYAR















































ADA LOVELACE, TARİHTEKİ İLK PROGRAMCI OLARAK KABUL EDİLİYOR. DOKUMADA KULLANILDIĞINI KEŞFETTİĞİ YÖNTEMİ BİLGİSAYARA AKTARMIŞTI. BÖYLECE 1'LERDEN VE 0'LARDAN OLUŞAN KOMUT SİSTEMİNİ İLK KEZ O KULLANMIŞ OLDU. BİLGİSAYARIN SADECE BİR HESAP MAKİNESİ OLMADIĞINI ÖNGÖREN DE OYDU. BÜTÜN BUNLARI ELEKTRİĞİN İCADINDAN ÖNCE GERÇEKLEŞTİRMİŞTİ.

Huanan Deniz Ürünleri Pazarı
Pandeminin Merkez Üssü

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Uluslararası bir araştırma ekibi, yaklaşık üç yıl önce başladığından bu yana 6,4 milyon can alan COVID-19 salgınının olası kaynağının Huanan deniz ürünleri toptancı pazarında satılan canlı hayvanlar olduğunu doğruladı. Arizona Üniversitesinden Prof. Dr. Michael Worobey liderliğindeki uluslararası araştırma ekibi; pandeminin başlangıcını Çin'in Wuhan kentinde, virüse duyarlı tilkilerin, rakun köpeklerinin ve diğer memeli hayvanların pandemiden hemen önce canlı olarak satıldığı pazara kadar takip etti. Araştırmanın bulguları, daha önce şubat ayında ön baskı olarak yayınlandıktan sonra 26 Temmuz'da *Science* dergisinde iki makale şeklinde yayınlandı. Makaleler, pandeminin kaynağı olarak öne sürülen alternatif senaryoları âdeta ortadan kaldırıyor. Ayrıca yazarlar, hayvanlardan insanlara ilk yayılımın muhtemelen 2019'un kasım ayının sonlarında, Huanan pazarındaki iki ayrı bulaşmayla meydana geldiği sonucuna da vardılar.





Çalışmalardan birinde, bilinen ilk COVID-19 vakalarının yerleri ve pazarın çeşitli alanlarındaki yüzeylerden alınan sürüntü örnekleri incelendi. Diğer çalışmada ise, pandeminin ilk haftalarında Çin'deki COVID-19 hastalarından toplanan örneklerden elde edilen virüsün (SARS-CoV-2) genomik dizilerine odaklanıldı. Worobey ve San Diego, California'daki Scripps Araştırma Enstitüsünden Kristian Andersen tarafından yayımlanan ilk makale, salgının ilk ayında yani Aralık 2019'da COVID-19 vakalarının coğrafi modelini inceledi. Ekip, o ay Dünya Sağlık Örgütü tarafından tanımlanan ve 155'i Wuhan'da bulunan 174 COVID-19 vakasının neredeyse tamamının yerlerini belirleyebildi. Analizler, bu vakaların Huanan pazarı çevresinde sıkı bir şekilde kümelendiğini, daha sonraki vakaların ise 11 milyonluk bir şehir olan Wuhan'da geniş çapta yayıldığını gösterdi.

Araştırmacılar, orada çalışmak ya da oradan alışveriş yapmak gibi pazarla bilinen hiçbir bağlantısı olmayan ilk dönem COVID-19 hastalarının çarpıcı bir yüzdesinin pazarın yakınında yaşadığını ortaya çıkardı. Worobey, önce satıcıların enfekte olması sonra da çevrelerindeki kişiler arasında bir enfeksiyon zinciri başlamasıyla pazarın salgının merkez üssü olduğu fikrini desteklediğini söyledi. Bu sonuç başka bir bulguyla da desteklendi. Araştırmacılar, Ocak ve Şubat 2020'den sonraki COVID-19 vakalarının coğrafi dağılımına baktıklarında, "kutup zıt" dedikleri bir model tespit ettiler. Aralık 2019'daki vakalar pazarın bulunduğu bölgede yoğunluk gösterirken, sonraki vakalar Wuhan'daki en yüksek nüfus yoğunluğunun olduğu bölgelerde gerçekleşti. Worobey'e göre bu durum virüsün gerçekten o pazarda ortaya çıktığını ve oradan yayıldığını gösteriyor.

Çalışmada ayrıca, Huanan pazarı kapatıldıktan sonra zemin ve kafes gibi pazar yüzeylerinden alınan sürüntü örnekleri de incelendi. SARS-CoV-2 testi pozitif çıkan örnekler, canlı yaban hayvanı satan tezgâhlarla önemli ölçüde ilişkiliydi. Araştırmacılar, kırmızı tilkiler ve rakun köpekleri de dâhil olmak üzere artık SARS-CoV-2'ye duyarlı olduğu bilinen memelilerin kayıt altına alınmış ilk COVID-19 vakalarından önceki haftalarda Huanan pazarında canlı olarak satıldığını belirlediler.
Bilim insanları ayrıntılı bir pazar haritası da çıkararak Çinli araştırmacılar tarafından 2020'nin başlarında rapor edilen SARS-CoV-2 pozitif vakalarının 2019'un sonlarında canlı veya taze kesilmiş hayvanların satıldığı pazarın batı kısmıyla açık bir ilişkisi bulunduğunu tespit ettiler.

İlk vakalardan alınan SARS-CoV-2 genomik verilerinin analizi olan ikinci çalışma; Andersen ve Worobey'e ek olarak San Diego, California Üniversitesinden Jonathan Pekar ve Joel Wertheim, Los Angeles Üniversitesinden ise Marc Suchard tarafından ortaklaşa





yürütüldü. Araştırmacılar, en eski örneklerden elde edilen genomlara dayalı olarak virüsün önceki mutasyon analizlerini karşılaştırıp salgını modelledi. Başlangıçta iki farklı SARS-CoV-2 soyunu içeren pandeminin muhtemelen Kasım 2019'da, belki de Aralık 2019'da Huanan pazarındaki hayvanlardan insanlara geçen en az iki ayrı enfeksiyondan kaynaklandığını belirlediler. Analizler ayrıca, bu dönemde, pazardaki kayıtlı COVID-19 vakaları arasında yer almayan birçok başka hayvandan da insanlara virüs bulaştığını ortaya koydu.

Araştırmacılar, SARS-CoV-2 virüs soylarına dair bir çerçeve oluşturmak için moleküler saat analizi olarak bilinen bir teknik kullandılar. Bu yöntemde genetik mutasyonların zaman içinde geçirdiği değişimler doğal hıza dayanarak modelleniyor.

Daha önceki araştırmalar, virüsün yarasalardaki viral akrabalarıyla yakından ilişkili olan ve A diye adlandırılan bir soyunun B adlı ikinci bir soyun ortaya çıkmasına neden olduğunu öne sürmüştü. Ancak yeni verilere göre ve daha büyük olasılıkla, her iki soy da Huanan pazarındaki farklı hayvanlardan insanlara sıçradı.

Sonuçta iki çalışma da muhtemelen vahşi doğada veya Çin'deki çiftliklerde koronavirüs taşıyan yarasalardan diğer hayvanlara bulaşmayı takiben COVID-19'un Huanan pazarındaki hayvanlardan insanlara bulaşarak ortaya çıktığına dair kanıtlar sağlıyor.

Araştırmacılar ileriye dönük olarak, bilim insanlarının ve yetkililerin Çin'deki ve başka yerlerdeki vahşi yaşam ticareti konusunda daha çok önlem almaları ve gelecekteki pandemi risklerini azaltmak için pazarlarda satılan canlı hayvanlara daha kapsamlı hijyen testlerinin yapılması gerektiğini söylüyorlar. ■

Kaynaklar

Worobey, M. ve ark., "The Huanan Seafood Wholesale Market in Wuhan was the early epicenter of the COVID-19 pandemic", *Science*, Temmuz, 2022.
(https://www.science.org/doi/10.1126/science.abp8715)

COVID-19 Sonrası Kalp Problemleri

Dr. Özlem Ak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

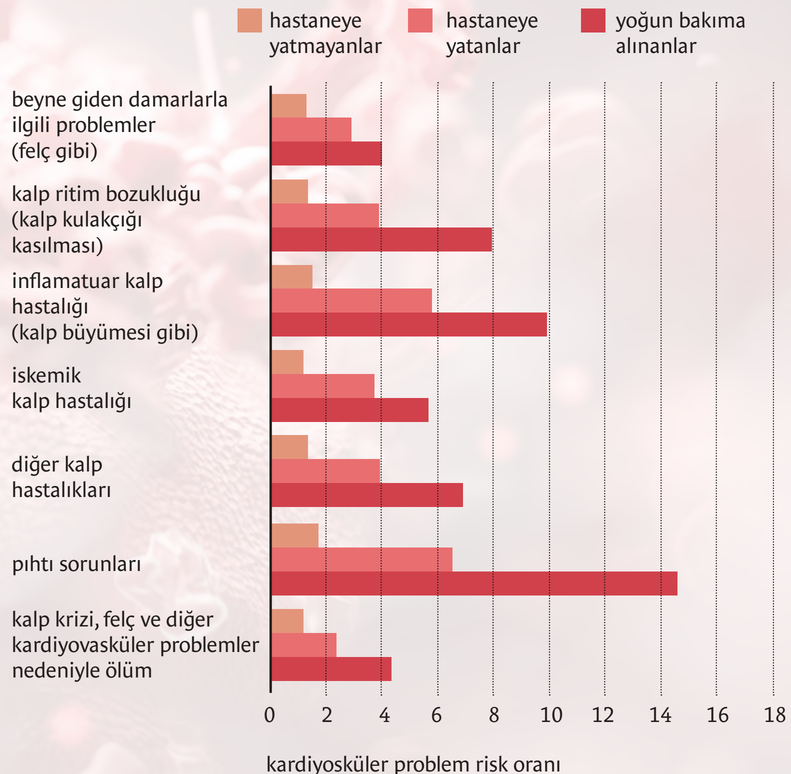
Bazı araştırmalar, kalp krizi veya felç gibi kardiyovasküler problemlerle ilgili riskin SARS-CoV-2 enfeksiyonu geçirdikten aylar sonra bile yüksek olduğunu gösteriyor. Araştırmacılar, bu sorunların sıklığını ve hasara neyin neden olduğunu belirlemeye başlıyor.

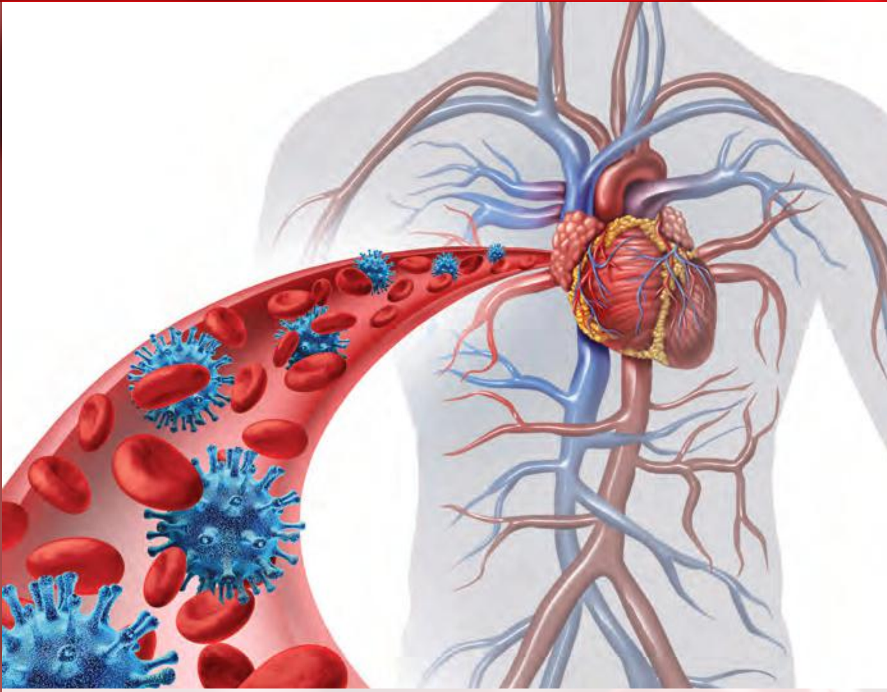
Bu yıl yapılan bir çalışmada araştırmacılar, COVID-19'un ne sıklıkla kardiyovasküler sorunlara yol açtığını tespit etmek için Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Gazi İşleri Bakanlığının kayıtlarını kullandılar. St. Louis, Missouri'deki Washington Üniversitesinde epidemiyolog olan Ziyad Al-Aly ve meslektaşları tarafından yapılan bu analiz, COVID-19'un akut fazından sonra kalbe ve dolaşım sistemine ne olduğunu karakterize etmeye yönelik en kapsamlı çalışmalardan biri. Araştırmacılar, akut COVID-19'dan iyileşen 150.000'den fazla gaziyi enfekte olmayan yaşıtlarıyla ve ayrıca pandemi öncesi kontrol grubuyla karşılaştırdı.

Hastalığı geçirmiş kişilerin, SARS-CoV-2 ile enfekte olduktan sonraki bir yıl içinde, kalp krizi ve felç gibi potansiyel olarak yıkıcı sorunlar da dâhil olmak üzere, 20 farklı kardiyovasküler problem için önemli ölçüde artan risklerle karşı karşıya kaldıklarını buldular. Araştırmacılar, bu komplikasyonların hafif bir enfeksiyondan tamamen kurtulmuş gibi görünen kişilerde bile görülebileceğini söylüyor. Bazı küçük çalışmalarda da daha düşük komplikasyon oranlarıyla benzer bulgulara rastlandı. Bu arada araştırmacılar, kalple ilgili bu sorunlar için en çok kimin risk altında olduğunu, riskin ne kadar sürdüğünü ve bu semptomlara neyin neden olduğunu da anlamaya çalışıyor.

Akut enfeksiyonlarla yoğun bakıma kabul edilen kişilerde, sonraki yıl kardiyovasküler problem riskinin çok daha yüksek olduğu, kalp büyümesi ve akciğerlerde kan pıhtıları gibi sorunlar için riskin enfekte olmayan akranlarına kıyasla en az 20 kat arttığı, hastaneye kaldırılmamış kişilerde bile kalp krizi oranında %8'lik artış ile kalp

150.000'den fazla COVID-19 geçirmiş kişi ile yapılan bir araştırmada hastaneye yatmamış olsalar bile, enfeksiyondan sonra kardiyovasküler problemlerle karşılaşma riskinin arttığı tespit edildi. Bu risk yoğun bakıma alınan hastalarda daha fazlaydı.





iltihabı oranındaki %247'lik artışa kadar birçok durum için artan riskler ortaya çıktığı tespit edildi.

Al-Aly çalışmalarının COVID-19 enfeksiyonunun bazı insanların sağlığını kalıcı olarak değiştirebileceğine dair ek kanıtlar sunduğunu ve bu sorunun "uzun COVID" olarak bilinen kalıcı durum kapsamında değerlendirilebileceğini düşünüyor. Araştırmalar, koronavirüsün diyabet, kalıcı akciğer hasarı ve hatta beyin hasarı gibi çok çeşitli kalıcı sorunlarla ilişkili olduğunu gösteriyor. Al-Aly, bir SARS-CoV-2 enfeksiyonundan sonra ortaya çıkan kardiyovasküler sorunların tedavi edilebilir olduğunu belirtse de uzun vadede bu sorunların kişinin yaşam kalitesini düşürebileceğini söylüyor.

Ancak bazı araştırmacılar büyük çapta olmasına rağmen bu çalışmanın yalnızca gazileri kapsamasını eleştiriyor. Örneğin California, La Jolla'daki Scripps Research adlı araştırma merkezinde genom uzmanı olan Eric Topol, daha çeşitli ve daha genç bir popülasyona yönelik böyle bir çalışmaya ve kardiyovasküler sorunların ortaya çıkma sıklığının gerçekten tespit edilebilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu vurguluyor.

İngiltere'nin sağlık sisteminden elde edilen veriler ise COVID-19 ile hastaneye kaldırılan kişilerin hastaneye yatışlarından sonraki sekiz ay içinde büyük kardiyovasküler sorunlarla karşılaşma olasılığının enfekte olmayan kişilere göre yaklaşık üç kat daha fazla olduğunu gösteriyor. İkinci bir çalışma da enfeksiyondan sonraki dört ay içinde, COVID-19 geçiren kişilerin enfekte olmayanlara kıyasla yaklaşık 2,5 kat daha fazla konjestif kalp yetmezliği riskine sahip olduğunu buldu. Bu rahatsızlık, kalp kasının kanı gerektiği gibi pompalayamadığı durumlarda ortaya çıkıyor.

Seattle, Washington Üniversitesi Sağlık Metrikleri ve Değerlendirme Enstitüsünden sağlık modelleyicisi Sarah Wulf Hanson, COVID-19'un kalp krizi ve felç vakalarının kaçıyla ilişkili olduğunu tahmin etmek için Al-Aly'nin verilerini kullandı. Yayınlanmamış çalışması, 2020'de COVID-19'dan sonraki komplikasyonların ABD'de 12.000 ekstra felç ve 44.000 ekstra kalp krizine, 2021'de 18.000 felç ve 66.000 kalp krizine neden olduğunu gösteriyor. Bu, COVID-19'un kalp krizi oranlarını yaklaşık %8 ve felç oranlarını ise yaklaşık %2 artırabileceği anlamına geliyor.

Bilim insanları, pandemide gidilmeyen doktor kontrollerinin, stresin ve evde izolasyon nedeniyle hareketsiz kalmak gibi dolaylı etkilerin de muhtemelen birçok insan için kardiyovasküler sorunlarda pay sahibi olduğunu öne sürüyor.

Ancak bu rakamlar, bazı araştırmacıların tespitleriyle örtüşmüyor. Birleşik Krallık'taki Leicester Üniversitesinde kalp görüntüleme uzmanı Gerry McCann ve meslektaşları, 52 kişilik küçük bir çalışmada, COVID-19 ile hastaneye kaldırıldıktan sonra

iyileşen insanların kalp hastalığı oranını, altta yatan benzer duruma sahip ancak enfekte olmayan bir grup insandan daha yüksek olmadığını buldu. Çalışma, Al-Aly'ninkinden çok daha küçük çapta olsa da McCann ve meslektaşları, yaklaşık 1.200 katılımcıyla sonuçlarının henüz yayımlanmadığı daha büyük bir araştırma üzerinde çalışıyorlar.

ABD'deki 200'den fazla bölgedeki 60.000 kişiyi 4 yıl boyunca izlemeyi amaçlayan RECOVER adlı büyük bir çalışma sayesinde, COVID-19'un uzun vadeli etkileriyle ilgili birçok soruya yanıt bulunması umut ediliyor. Çalışma, uzun COVID problemi yaşayan, enfekte olmuş ve iyileşmiş kişilerle hiç enfekte olmamış diğer kişileri kapsayacak. Çalışmanın başaraştırmacısı Dr. Stuart Katz ve meslektaşları; bu çalışma süresi boyunca doğan çocukları, yetişkinleri, hamileleri ve bebekleri incelemeyi planlıyor. Çoğu RECOVER katılımcısı, sağlıkları hakkında anketler dolduracak ve invaziv olmayan testlere tabi tutulacak. Ancak araştırmacılar, örneğin kan basıncı ve oksijen seviyeleri gibi göstergelerin ölçümlerini elde etmek için yetişkinlerin kalplerine geçici olarak küçük tüpler takarak katılımcıların yaklaşık %20'sinden daha detaylı bilgi toplamayı hedefliyor. Birkaç yıl sonra bilim insanları, uzun COVID semptomlarının bir kataloğunu oluşturmayı ve bu semptomların neden ya da nasıl geliştiğini anlamayı umuyorlar.

Birleşik Krallık'tan Gerry McCann, "hastaneye yatış sonrası COVID-19 çalışması" veya PHOSP-COVID adlı benzer bir proje için kardiyovasküler çalışma grubuna liderlik ediyor. Bu çok merkezli çalışma, COVID-19 ile hastaneye kaldırılan kişilere odaklanıyor ve kalıcı semptomların yaygınlığını, en fazla risk altında olan kişileri ve virüsün kalıcı sağlık sorunlarına nasıl yol açtığını ortaya çıkarmayı amaçlıyor. Şimdiye kadar grup, hastaneye kaldırılan insanların sadece dörtte birinin enfeksiyondan bir yıl sonra tamamen iyileştiğini tespit etti. Ekip ayrıca uzun süreli COVID-19'un en kötü vakalarıyla ilişkili bağışıklık belirteçlerini belirledi.

Eric Topol, muhtemelen birçok kardiyovasküler sorunun virüsün kan damarlarını döşeyen endotel hücreleri enfekte etmesiyle başladığını söylüyor. Vücut enfeksiyonu temizlerken oluşan hasarı iyileştirmek için doğal olarak kan pıhtıları oluşuyor. Bu pıhtılar kan damarlarını tıkayarak bacak ağrısı kadar küçük veya kalp krizi gibi büyük probleme yol açabiliyor.

500.000'den fazla COVID-19 vakasına dayanan bir çalışma, enfekte olmuş kişilerin enfeksiyondan sonraki iki hafta içinde kan pıhtısı geliştirme riskinin grip olan kişilere göre %167 daha yüksek olduğunu buldu. California'daki Stanford Üniversitesinde kardiyolog olan Robert Harrington, ilk enfeksiyondan sonra bile, bağışıklık tepkisinin kan damarlarının astarına zarar verdiği ve damarlarda daralmalarına neden olacak plakların birikebileceğini söylüyor.

Aşılar, yeniden geçirilen enfeksiyonlar ve Omicron gibi farklı varyantlar, SARS-CoV-2 virüsünün kardiyovasküler etkileri hakkında yeni sorular ortaya koyuyor. Al-Aly ve meslektaşları tarafından mayıs ayında yayınlanan bir makale, aşılamanın bu uzun vadeli sorunları geliştirme riskini azalttığını ancak tamamen ortadan kaldırmadığını öne sürüyor. ■

Kaynaklar

Xie, Ya. ve ark. "Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19", *Nature Medicine*, sayı 28, s. 583–590, 2022.
Al-Aly, Z. ve ark. "Long COVID after breakthrough SARS-CoV-2 infection", *Nature Medicine*, sayı 28, s.1461–1467, 2022.
doi: https://doi.org/10.1038/d41586-022-02074-3

Gözü Hep Yükseklerde Olan Festival TEKNOFEST 2022

Dr. Tuncay Baydemir [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali bu yıl 30 Ağustos - 4 Eylül 2022 tarihleri arasında Samsun Çarşamba Havalimanı'nda gerçekleştiriliyor. Ülkemize, Millî Teknoloji Hamlesi doğrultusunda kritik öneme sahip teknolojilerde söz sahibi olmak ve bu alanlarda yetişmiş insan kaynağını artırmak gibi çok önemli katkıları olan festival, düzenlenmeye başlandığı 2018 yılından itibaren farklı kategorilerde düzenlenen yarışmalara, etkinliklere ve bilimsel toplantılara ev sahipliği yapıyor.



2022 yılında toplam 99 farklı kategoride 40 yarışmanın gerçekleştirileceği TEKNOFEST 2022 teknoloji yarışmalarına ilkokul, ortaokul, lise, üniversite, lisansüstü, mezun ve girişimci/özel sektör kategorilerinde 500.000'den fazla çocuk, genç ve yetişkin katılıyor. Festival, her yıl yapılan teknoloji yarışmalarına ek olarak bu yıl yeni yarışmalara da sahne oluyor. Dikey İniş Roket Yarışması, Engelsiz Yaşam Teknolojileri Yarışması, Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması, Çip Tasarım Yarışması ve Hyperloop Geliştirme Yarışması bu yıl ilk defa düzenleniyor.



Millî Teknoloji Hamlesi kapsamında 2018 yılından beri düzenlenen TEKNOFEST, dünyanın en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivali olması ile öne çıkıyor. Her yıl yeni yarışmalarla birlikte yeni teknolojik atılımlara ve yeni girişimlere kapılar açmanın yanı sıra millî teknolojilerin geliştirilme çalışmalarına öncülük ederek geleceğe ışık tutmaya devam ediyor.

Ülkemizde millî teknolojilerin geliştirilmesi ve kritik öneme sahip alanlarda bilgi birikimi ve gerekli insan kaynağının sağlanması için önemli bir köprü vazifesi gören festivalin paydaşları arasında ise kamu kurum ve kuruluşları, akademik kurumlar, özel sektör kuruluşları ve teknoloji şirketleri yer alıyor.

TEKNOFEST Coşkusu Çığ Gibi Büyümeye Devam Ediyor

2018 yılında düzenlenmeye başlanan TEKNOFEST her açıdan hızla büyümeye ve Millî Teknoloji Hamlesi doğrultusunda çok önemli hizmetler vermeye devam ediyor. İlk yılında 14 teknoloji yarışmasına 4.333 takım ve 20.000'den fazla yarışmacı katılım göstermişken, 2021 yılında teknoloji yarışmalarının sayısı 35'e yükseldi, bu yarışmalara 44.912 takım ve 200.000'i aşkın yarışmacı başvurdu. 2022 yılında ise başvuruda bulunan takım sayısı 149.000'i, yarışmacı sayısı ise 500.000'i aştı. Yıllar içerisinde TEKNOFEST'e yabancı ülkelerden gerçekleşen katılımlar da sürekli artış gösterdi. 2021 yılında 111 farklı ülkeden katılımcılar festivale iştirak etti.

TEKNOFEST'e katılım gösteren kişi ve takımlar hazırlık aşamasında desteklendiği gibi festival sonrasında da başarılı girişimler desteklenmeye devam ediliyor. İlk yılında başvuru sahiplerine malzeme desteği ve ödül olarak toplamda yaklaşık 4 milyon TL verilirken, bu rakam 2021 yılında 12 milyon TL olarak gerçekleşti. 2022 TEKNOFEST kapsamındaysa malzeme desteği ve ödül miktarı toplamda 21 milyon TL'yi buluyor.

Ülkemizin parlak gençlerine sunulan destekler sadece bunlarla da sınırlı değil. Katılımcılara teknoloji firmalarına düzenlenen teknik gezilerden, teknik eğitimlerden, staj ve kariyer programlarından faydalanma imkânı da sağlanıyor. Bu sayede kritik teknolojiler geliştirmek üzere insan kaynağı altyapısı oluşturuluyor.

Kardeş Ülke AZERBAYCAN Millî Gururumuz TEKNOFEST'le Buluştu

TEKNOFEST bu yıl ülkemiz sınırlarını da aşarak kardeş ülkemiz Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de de düzenlendi. Festivalde çeşitli teknoloji yarışmaları zorlu mücadelelere sahne olurken; festival katılımcıları da sergi alanları, bilimsel etkinlikler, çeşitli gösteriler, konserler ve ödül törenleri ile unutulmaz anlar yaşadı.



Prof. Dr. Aziz Sancar

"Memleketimizi sevmekten asla vazgeçmeyin. Memleketinize, insanlarınıza fayda sağlamayan işlerin kalıcı olmayacağını bilin. Memleketimizin, memleketimiz dediğim zaman ben hem Türkiye hem Azerbaycan'ı kastediyorum, yükselmesi için çok ama çok çalışın. İşler yolunda gitmediğinde dahi düzeltmek için mücadele edin. İnatçı olun ve yenilgiyi asla kabul etmeyin.".

Gelenekselleşen Yarışmalar İlerlemeyi Gözler Önüne Seriyor

TEKNOFEST teknoloji yarışmaları kritik teknolojilerde ilerlemeyi sağlamanın yanında çeşitli sorunlara da teknolojik çözümler sunuyor. Yıllardır gerçekleştirilen yarışmalar sayesinde elde edilen bilgi birikimi her geçen gün artıyor. Geliştirilen projeler girişimlere, girişimler de ürünlere dönüşüyor.



Akıllı Ulaşım Yarışması kapsamında günümüz ulaşım ihtiyaçlarına cevap verecek daha güvenli, daha hızlı ve daha ekonomik çözümlerin üretilmesi; ulaşımda temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve gelecekteki ulaşım teknolojileri üzerine projeler üretilmesi teşvik ediliyor.



Biyoteknoloji İnovasyon Yarışması ile biyoteknoloji ve biyomedikal mühendisliği alanlarında farkındalık oluşturmak, bu alanlardaki çalışmaları teşvik etmek ve yüksek teknolojili millî ürünler üretilmesini sağlamak hedefleniyor.



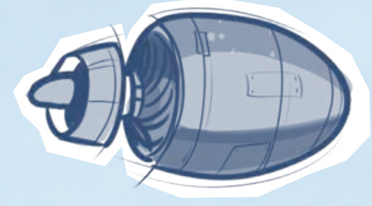
Eğitim Teknolojileri Yarışması ile eğitim ve öğretimde teknolojinin kullanılması sayesinde daha etkili öğrenmeyi sağlayacak ve fırsat eşitliği sunacak yerli ve millî projeler ile ürün geliştirilmesi hedefleniyor.

Hack Karadeniz Yarışması ile dünyanın önde gelen uzmanlarının rehberliğinde hazırlanan farklı zorluk seviyelerindeki gerçek yaşam siber saldırı senaryoları üzerine uzun saatler boyunca birbirleriyle kıyasıya mücadele eden yarışmacıların en başarılıları TEKNOFEST'teki finalde yarışmaya hak kazanıyor.



Helikopter Tasarım Yarışması ile yüksek motivasyonlu genç mühendislerin yetenek ve bilgi birikimlerini ortaya koyarak üretilebilir hafif sınıf helikopter tasarlamalarını teşvik etmek amaçlanıyor.

Jet Motor Tasarım Yarışması kapsamında yarışmacıların bir turbojet motorunun kavramsal tasarımını gerçekleştirmesi bekleniyor. Yarışmacılardan detaylı tasarım/modelleme, fizibilite çalışmaları, yapısal analizler, malzeme ve imalat yöntemi, üretilebilirlik ve montaj değerlendirmeleri ile risk analizleri gibi çalışmaları eksiksiz bir şekilde ortaya koymaları isteniyor.



Karma Sürü Simülasyon Yarışması birden fazla insansız hava ve kara aracı ile tanımlı görevlerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik yazılım ve algoritma geliştirilmesini içeriyor. Yarışmacılardan sürü sistemleri ile afet ve salgın durumu simülasyonlarında hasta ve yaralılara en hızlı şekilde sağlık hizmeti ulaştırmaları bekleniyor.



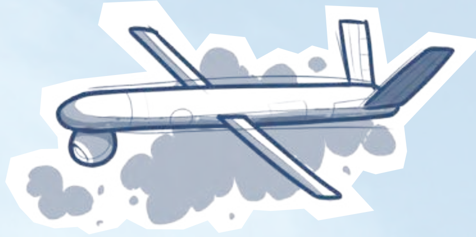


Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması ile lise öğrenimine devam eden öğrencilerin kutup bilimleri konusunda çalışmalar yapmaya teşvik edilmesi ve bu alanda nitelikli çalışmalar yapmalarının sağlanması hedefleniyor. Bu sayede Antarktika ve Arktik'te kutup bilimleri alanında araştırmalar yapmaya yönlendirilen öğrencilerin, Türkiye'nin uluslararası bilim çevrelerinde önde gelen ülkelerden biri hâline gelmesine katkı sağlaması bekleniyor.



Liseler Arası Efficiency Challenge Elektrikli Araç Yarışları ile lise ve dengi okullarda eğitim gören öğrencilerde alternatif ve temiz enerji kaynakları konusunda farkındalık oluşturmak, öğrencilere mesleki ve teknik deneyimin yanı sıra takım çalışması yetkinliği kazandırmak, elektrikli araçların ülkemizdeki gelişimi için teknik destek sunmak ve insan kaynağı yetiştirmek amaçlanıyor.

Liseler Arası İnsansız Hava Araçları Yarışması ile lise ve dengi okul öğrencilerini insansız hava araçları (İHA) teknolojilerine yönlendirmek ve bu öğrencileri destekleyerek bilgi, beceri ve kabiliyetlerini artırmak, aynı zamanda farklı yapılardaki (sabit kanat, döner kanat, hibrit, çırpan kanat, vb.) İHA'larla her türlü yetenek ve beceriye dayalı uçuşları teşvik etmek hedefleniyor.



Model Uydu Yarışması yarışmacıları küçük ölçekte uzay/uydu projeleriyle telemetri ve iletişim gereksinimlerini karşılamaları, otonom yapı sağlamaları ve disiplinler arası çalışan bir sistem geliştirmeleri gibi gerçek sistemlerin çeşitli yönlerini yansıtacak tasarımlar yapmaya teşvik ediyor.

Robotaksi-Binek Otonom Araç Yarışması ile otonom araç teknolojilerinde yarışmacılara yetkinlik kazandırmak hedefleniyor. Yarışmacı takımlar araç üretimini ve yazılımını yaparak ya da kendilerine sağlanan otonom araç platformlarında yazılımlarını çalıştırarak yarışlarda yer alabiliyor.

Robotik Yarışmaları gençlerimizin bilimsel düşünebilen, bilgiyi beceriye dönüştürebilen ve proje/ürün geliştirebilen girişimci bireyler olarak yetişmesine destek sağlamak amacıyla düzenleniyor. Yarışma, endüstriyel robot kol, çizgi izleyen (temel ve ileri seviye), hızlı çizgi izleyen, insansız hava aracı (mini drone), mini sumo, tasarla-çalıştır, yumurta toplama (Caretta Caretta), labirent ustası, tozkoparan robot (temel seviye), temalı proje ve serbest proje alanları olmak üzere on iki farklı kategoride gerçekleştiriliyor.



Roket Yarışması ile gençlerin roket sistemleri ve bileşenleri hakkında teknik araştırmalar yapması, karmaşık problemleri çözme ve teknik raporlamaya yönelik kabiliyetler kazanması ve nihayetinde farklı branşlardan ekip üyeleriyle birlikte bir roket tasarlaması hedefleniyor. Yarışma lise düzeyi, orta irtifa, yüksek irtifa ve zorlu görev olmak üzere dört farklı kategoride düzenleniyor.

Sanayide Dijital Teknolojiler Yarışması ile dijital teknolojilerin yerli ve millî imkânlarla üretilmesi hedefleniyor. Katılımcılardan fabrika iç lojistiğinde veya depolarda kullanılabilecek, belirli yükleri başlangıç noktasından hedef noktaya taşıyan, elle kontrol edilen veya otonom olarak çalışan güdümlü bir robot tasarlamaları ve istenilen görevleri başarılı bir şekilde yerine getirmeleri bekleniyor.

Savaşan İHA Yarışması ile her geçen gün daha fazla uygulama bulan ve stratejik öneme sahip insansız hava araçları (İHA'lar) kullanılarak, kontrollü bir ortamda oluşturulan hava muharebe operasyonunu gerçekleştiren katılımcılara bu alanda beceri ve deneyim kazandırmak hedefleniyor.

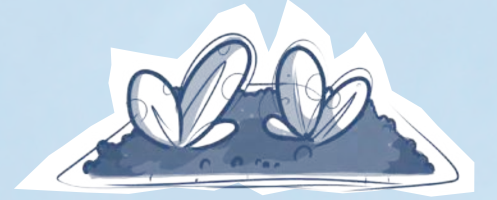


Sağlıkta Yapay Zekâ Yarışması



sağlık hizmetlerinde yapay zekâ teknolojilerinden faydalanılarak veri işleme ve tanı koyma gibi süreçlerde bilgisayar algoritmaları kullanılmasını içeriyor. Sağlık alanında yapay zekâ uygulamalarının getirdiği katkılar hakkındaki farkındalığı artırmak ve bu alanda yetişmiş insan gücünü desteklemek amaçlanıyor.

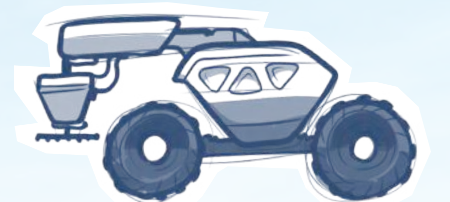
Sürü Robotlar Yarışması ile yarışmacılardan hem sivil hem de askerî uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ve günümüzün önemli teknolojilerinden biri olan sürü İHA'lar ile tanımlı görevleri gerçekleştirmeye yönelik algoritmalar geliştirmeleri ve bu algoritmaların başarımlarını fiziksel ortamda göstermeleri bekleniyor. Yarışma; sürü hâlinde navigasyon, formasyon değiştirme, sürüden birey ekleme/ çıkarma, sürü rotasyon, sürü bölünmesi/ birleşmesi ve sürü hâlinde gezinge takibi gibi görevlerden oluşuyor.



Tarım Teknolojileri Yarışması ile tarım ve hayvancılıkta teknolojiden daha fazla yararlanılması teşvik edilerek akıllı tarım teknolojileri, sulama/ gübreleme sistemleri, sera otomasyon sistemleri, tarımda drone teknolojilerinin kullanılması, otomatik dümenleme sistemleri, böcek kapanı teknolojileri, erken uyarı sistemleri ve hayvancılık teknolojileri gibi konularda uygulanabilir ve ürüne dönüştürülebilir özgün projelerin geliştirilmesi hedefleniyor.

Tarımsal İnsansız Kara Aracı Yarışması ile yarışmacılardan tarımsal alanlarda otonom olarak hareket edebilen, tarım verimliliğini artırabilecek görevleri gerçekleştirebilen, aynı zamanda yaptığı bu görevlerle ilgili bilgileri bir arayüz ortamında gösterebilen bir insansız kara aracı tasarlayıp geliştirmeleri bekleniyor. Yarışma ile elde edilecek kazanımlar sayesinde robotlar vasıtasıyla tarımda verimliliği artırma projeleri geliştirilmesi hedefleniyor.





TR

Travel Hackathon Yarışması kapsamında yarışmacılar, operasyon, planlama, kargo, satış ve pazarlama gibi ana başlıklar çerçevesinde projeler geliştiriyor. Yarışmacı takımlardan, yapay zekâ, makine öğrenmesi, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, sanal ve artırılmış gerçeklik, web/mobil uygulamalar, blokzincir ve metaverse gibi yeni nesil teknolojilerle havacılık sektörüne yönelik çözümler geliştirmeleri bekleniyor.



Turizm Teknolojileri Yarışması ile yarışmacıların turizm ve kültür alanlarına teknoloji entegrasyonu için çeşitli yöntemler geliştirmesi ve ürünler ortaya çıkarması bekleniyor. Yenilikçi kültürel tanıtım, güvenli ve akıllı otelcilik, dijital kültür/turizm oyunları, turizm asistanı, sanal cüzdan ve arttırılmış gerçeklik ile desteklenmiş oyunlaştırma kurgusu temalarını kapsayan yarışmaya mobil yazılımlar, web yazılımları, prototip, eğitsel oyun, eğitsel simülasyon gibi yazılım odaklı projelerle katılım gösterilebiliyor.

Türkçe Doğal Dil İşleme Yarışması ile bu alanda farkındalık oluşturmanın yanı sıra Türkçe metinlerin işlenmesi için kullanıcı dostu ve yüksek performanslı kütüphaneler ile veri kümelerinin hazırlanmasına katkı sağlamak amaçlanıyor.

Ulaşımda Yapay Zekâ Yarışması kapsamında ulaşım alanında karşılaşılabilecek problemlere çözüm üretmek için yapay zekâ uygulamalarının kullanılması konusunda bilgi birikiminin ve yetişmiş insan kaynağının artırılması hedefleniyor. Yarışmada katılımcılardan geliştirecekleri yapay zekâ tabanlı nesne tespit sistemi ile uçan arabanın alt görüş kamera verilerini kullanmaları ve nesneleri bu şekilde tespit etmeleri bekleniyor.



Uluslararası Efficiency Challenge Elektrikli Araç Yarışları ile elektrik ve hidrojen enerjisiyle çalışan araçlarla ilgili millî teknolojiler ve katma değeri yüksek ürünler geliştirilmesi hedefleniyor. 2005 yılından bu yana düzenlenen yarışlar Elektromobil ve Hidromobil olmak üzere iki kategoride yapılıyor.

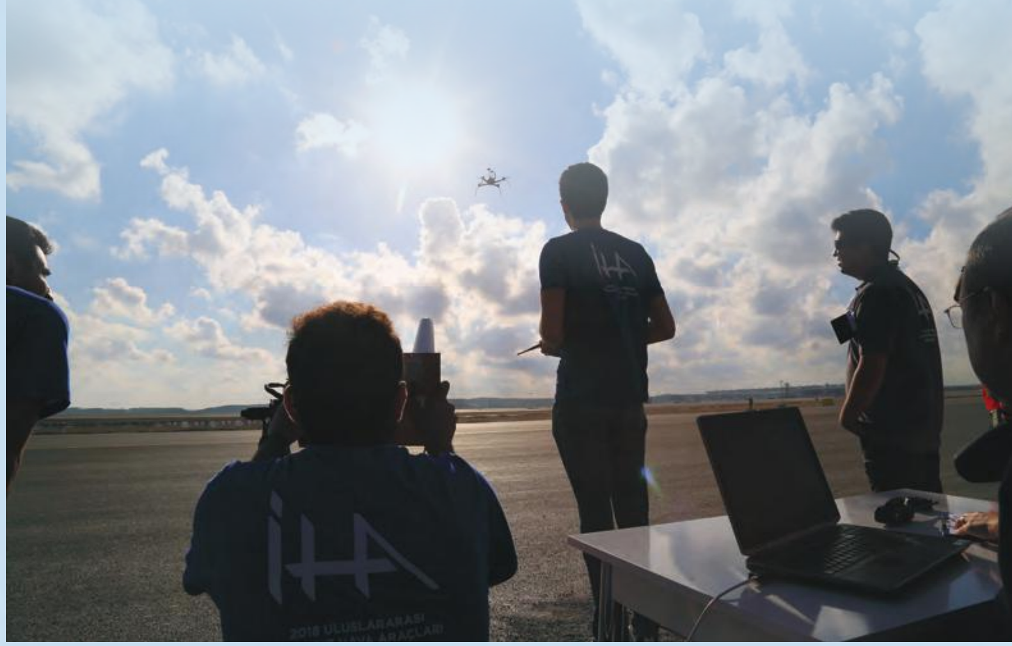
Uluslararası İnsansız Hava Aracı Yarışması ile yarışmacıları İHA teknolojilerine yönlendirmek, bilimsel ve teknik çalışmalar yapmalarını teşvik etmek ve ülkemizi ulusal ve uluslararası çapta yetenekli öğrencilerin buluşma noktası hâline getirmek amaçlanıyor. Yarışmada katılımcılardan manevra ve yük transferi kabiliyetlerini ölçen iki farklı uçuş görevini yerine getirmeleri bekleniyor.

Uluslararası Serbest Görev İHA Yarışması ile herhangi bir kategori ve görev tanımı olmaksızın farklı yapılardaki (sabit kanat, döner kanat, hibrit, çırpan kanat vb.) İHA'lar ile her türlü bilimsel ve teknolojik yeteneğe ve beceriye dayalı uçuşlar teşvik ediliyor.

Uçan Araba Yarışması ile yarışmacılardan hem karada hem de havada emniyetli bir şekilde yolculuk yapabilecek bir "Uçan Araba" tasarlamaları isteniyor. Bu yarışmada katılımcılardan hem teknik, donanımsal ve hava trafiği açılarından gerekli kriterleri sağlamaları hem de bunları animasyon, simülasyon, yazılım, video ve ölçeklendirilmiş model ile desteklemeleri bekleniyor.







Çevre ve Enerji Teknolojileri Yarışması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliği kültürü ile verimlilik ve çevre konularında farkındalığın artırılmasının yanı sıra bu alanlarda yenilikçi ve teknolojik fikirlerin geliştirilmesini teşvik etmek hedefleniyor. Yarışmaya akıllı enerji, akıllı çevre, sürdürülebilir enerji kaynakları teknolojileri, atık yönetimi, enerji depolama ve batarya teknolojileri, doğal kaynakların verimli kullanımı, sıfır atık, atık su arıtımı, hava kirliliği kontrolü ve geri dönüşüm gibi çevre ve enerji teknolojileri ile alakalı pek çok konuda proje ile başvuru yapılabiliyor.

Üniversite Öğrencileri Araştırma Proje Yarışmaları ile akıllı şehirler ve ulaşım, bilgi ve iletişim teknolojileri, eğitim, enerji ve çevre, gıda ve tarım, makine imalatı ve otomotiv, sağlık, savunma-uzay ve havacılık ile sosyal yenilikçilik ve girişimcilik kategorilerinde projeler geliştirilmesinin teşvik edilmesi amaçlanıyor.

İnsanlık Yararına Teknoloji Yarışması sosyal sorumluluk bilincinden hareketle teknolojik bilgi ve birikimin topluma fayda sağlayacak projeler üretilmesi amacıyla kullanılmasını teşvik ediyor. Yarışmada sağlık ve ilk yardım, afet yönetimi, sosyal inovasyon ve engelli dostu gibi alanlarda topluma fayda sağlayacak ve uygulanabilir projeler geliştiriliyor.

İnsansız Su Altı Sistemleri Yarışması ile doğal kaynakların korunması ve incelenmesi, ülke güvenliğinin sağlanması gibi çok çeşitli alanlarda kullanılabilen su altı sistemlerinin geliştirmesi amaçlanıyor. Yarışmada takımlar kendilerine verilen su altı görevleri başarı ile gerçekleştirecek uzaktan kumandalı ve/veya otonom su altı araçları tasarlıyorlar.

Türkiye Drone Şampiyonası kapsamında sporcu lisansı olan yarışmacılar ile bir online etap, iki final yarışı ve bir büyük finalden oluşan yarışlar düzenleniyor. Bu yarışlar sonucunda dereceye girenler Türkiye Drone Millî Takımı'na katılmaya ve uluslararası arenada ülkemizi temsil etmeye hak kazanabiliyor.



World Drone Cup ile farklı ülkelerden en iyi sporcular hünerlerini sergiliyor ve dünyanın en iyi drone yarışçısı TEKNOFEST'te belirleniyor. Tasarım ve montajları sporcular tarafından yapılan yüksek hız ve manevra kabiliyetine sahip araçlarla özel olarak hazırlanan parkurlarda gerçekleştirilen yarışmada ülkemizi Türkiye Drone Şampiyonası'nda dereceye giren sporcular temsil ediyor.

PARDUS 21 Hata Yakalama ve Öneri Yarışması ile açık kaynak kodlu yazılımlara ilgi duyan, Pardus 21.2'i merak eden, Pardus'a katkı sağlamak isteyen Türkiye ve yurt dışında öğrenim gören kişiler kıyasıya rekabet ediyor. Yarışmacılardan belirlenen konularda hataları bulma, açıklama ve çözüm önerileri geliştirme ve yazılımı geliştirme/iyileştirmeleri bekleniyor.

Take Off Girişim Zirvesi ile girişimciler, yatırımcılar ve ekosistemde yer alan paydaşlar bir araya geliyor. Zirve, TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali kapsamında gerçekleştiriliyor.

İstanbul Uluslararası Buluş Fuarı (ISIF) bu yıl da TEKNOFEST kapsamında gerçekleştiriliyor ve ülkemizin Millî Teknoloji Hamlesi hareketine katkı sağlamaya devam ediyor. Bu yıl yedincisi düzenlenecek buluş fuarı ile ülkemizin gelişimine değer katacak buluş, Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin ulusal ve uluslararası katılımcılarla buluşturulması ve üretilen teknik bilginin ticarileştirilerek toplumun yararına sunulması amaçlanıyor. Ayrıca fuar kapsamında düzenlenen ulusal ve uluslararası çalıştaylar, paneller ve eğitim etkinlikleri ile teknolojik bilgi ve gelişmelerin yaygınlaştırılması hedefleniyor.

TÜBA-TEKNOFEST Doktora Bilim Ödülleri kapsamında her yıl TEKNOFEST'in öncelikli alanları arasında sayılan konularda yapılan doktora tezleri bilimsel değerlendirme süreçleriyle ele alınıyor ve dereceye giren tezler ödüllendiriliyor.



TEKNOFEST Ekosistemi Her Yıl Yeni Yarışmalarla Büyümeye Devam Ediyor

TEKNOFEST'e katılım gösteren çok sayıda yarışmacı ve takımın çabaları heyecanlarıyla birlikte tüm yıla yayılıyor. Ülkemizin pek çok farklı şehrinden yarışmacılar, yıl boyunca çeşitli elemeleri ve ön değerlendirmeleri geçmek ve festivalde boy gösterebilmek için çok büyük emek sarf ediyorlar. Süreç içerisinde kritik öneme sahip alanlarda elde edilen bilgi birikimi ve gelişmeler de tıpkı bir bayrak yarışında olduğu gibi yeni katılımcılara aktarılıyor.

Millî teknoloji geliştirilmesi planlanan öncelikli alanlara uygun olacak şekilde her yıl TEKNOFEST kapsamına yeni yarışmalar ekleniyor. Dikey İnişli Roket Yarışması, Hyperloop Geliştirme Yarışması, Çip Tasarım Yarışması, Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması ve Engelsiz Yaşam Teknolojileri Yarışması bu yıl ilk defa düzenleniyor.







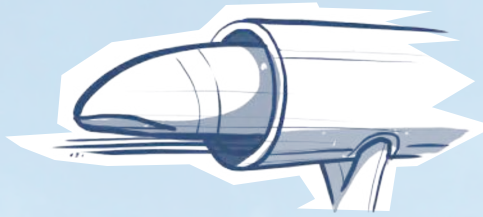
Dikey İnişli Roket Yarışması

TEKNOFEST kapsamında ilk defa düzenlenecek yarışma aynı zamanda dünyada düzenlenen ilk roket itkili iniş yarışması olma özelliğini de taşıyor. Yarışma ile havacılık, uzay ve teknoloji konularında farkındalık oluşturmak ve geleceğin teknolojileri üzerinde araştırma yapmaya teşvik etmek hedefleniyor.

Yarışmacılardan belirlenmiş gereksinimleri karşılayacak bir roket tasarımı yapmaları, tasarımlarını ürüne dönüştürmeleri ve finale kalmaları durumunda kendilerine sağlanacak soğuk gaz itki sistemi ile roketlerini belirli bir yükseklikten hedeflenen bölgeye dikey olarak başarılı bir şekilde indirmeleri bekleniyor.

Yarışmada geliştirilen roketler ilk önce yaklaşık 30 metre yükseklikteki asılı pozisyonlarından serbest bırakılıyor. Kontrollü bir şekilde hedefe indirilen roketlerin tüm alt sistemlerin tekrar kullanılabilir hâlde olması amaçlanıyor.

Yarışma sayesinde ülkemizin Teknolojik İlerleme Yol Haritası'nda yer alan Roket İtkili İniş Sistemleri hakkında bilgi birikimi ve nitelikli insan kaynağı geliştirilmesinin yanı sıra takımların tasarımdan üretime kadar kapsamlı bir proje yönetimi tecrübesi kazanması da hedefleniyor. Yarışmaya yurt içi ve yurt dışında öğrenim gören lisans ve lisansüstü öğrencileri ile mezunlar kuracakları takımlarla katılabiliyor.



Hyperloop Geliştirme Yarışması

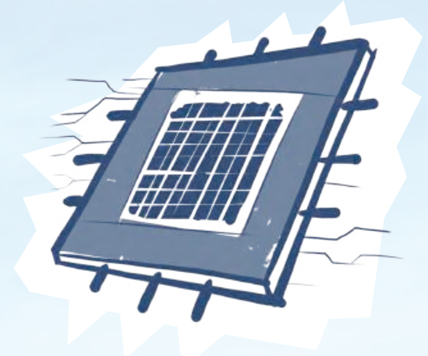
Yine TEKNOFEST'in ilklerinden olan bu yarışma ile manyetik levitasyon teknolojileri alanında farkındalık oluşturmak, gençlerimize yeni nesil ulaşım teknolojileri konusunda bilgi birikimi kazandırmak ve bu teknolojileri pratik uygulamalar sayesinde geliştirerek alanda nitelikli insan kaynağı oluşumuna öncülük etmek amaçlanıyor.

TÜBİTAK Raylı Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü (TÜBİTAK RUTE) tarafından düzenlenen yarışma ile yeni nesil ulaşım teknolojileri ile ilgili araştırmaların artırılması ve böylece alanda nitelikli insan kaynağı ve teknolojik bilgi birikiminin oluşturulması hedefleniyor. Oldukça kapsamlı teknik tasarımlardan araç geliştirilmesine kadar çok zorlu süreçlerin başarılı bir şekilde tamamlanmasının beklendiği yarışlara; ulusal ve uluslararası ön lisans, lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri takım hâlinde katılabiliyor.

Çip Tasarım Yarışması

Ön lisans, lisans ve lisansüstü öğrencilerinde mikroelektronik teknolojileri alanında farkındalık oluşturmayı ve öğrencilere çip tasarımı konusunda bilgi birikimi kazandırmayı amaçlayan bu yarışma da TEKNOFEST kapsamında ilk defa düzenleniyor.

Yarışma ile gençlerimizin mikro-elektronik teknolojilerini pratik uygulamalarla geliştirmeleri ve bu sayede alanda yetkin insan kaynağı oluşumunun sağlanması hedefleniyor.





Bireysel ya da takım hâlinde katılım gösterilebilen yarışma “sayısal tasarım” ve “analog tasarım” olmak üzere iki kategori altında düzenleniyor. TÜBİTAK BİLGEM Tümdevre Tasarım ve Eğitim Laboratuvarı (TÜTEL) tarafından TEKNOFEST kapsamında düzenlenen yarışmada; katılımcıların ön tasarım raporu, detay tasarım raporu ve final aşamalarını başarılı bir şekilde geçmeleri bekleniyor.

Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Yarışması

Lise öğrenimine devam etmekte olan öğrencilerin iklim değişikliği hakkında farkındalıklarını artırmak, onları ülkemizdeki doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusunda çalışmalar yapmaya teşvik etmek ve bu sayede iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine yönelik çözümler üretmelerini sağlamak hedefleniyor.

Yarışmaya, “Çevre”, “Ekonomik Sektörler”, “Hava ve İklim”, “Su Araştırmaları”, “Sürdürülebilirlik ve Refah” ile “Toplumsal Farkındalık” olmak üzere üzere altı ana başlık altındaki biyoçeşitlilik ve ekosistemler, arazi kullanımı ve toprak, orman, tarım, hayvancılık, sanayi, ulaşım, enerji, turizm, hava kirliliği, sera gazları, hava kalitesi, su yönetimi, içme - kullanma suları, su kirliliği, suyun geleceği, okyanus asidifikasyonu, iklim direnci, atık yönetimi, sağlık ve kaliteli yaşam, kentsel yapılaşma ve toplumsal farkındalık gibi konularda hazırlanan projelerle başvuruda bulunulabiliyor.

Engelsiz Yaşam Teknolojileri Yarışması

TEKNOFEST kapsamında ilk defa düzenlenen yarışma ile Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığının 2030 Engelsiz Yaşam Vizyonu’na uygun olacak şekilde özel gereksinimli bireylerin karşılaşabilecekleri zorlukları ortadan kaldırarak toplumsal bütünleşmeyi sağlamaya yardımcı olacak projeler geliştirilmesi hedefleniyor. Geliştirilen yeni proje ve fikirler ile özel gereksinimli bireylerin eğitim ve iş hayatlarında erişilebilirliğin artırılması, akademik ve mesleki eğitimde kapsayıcı uygulamaların hayata geçirilmesi ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi amaçlanıyor.

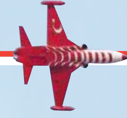


Yarışmaya Türkiye ve yurt dışında öğrenim gören tüm ilköğretim, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri ile mezunlar; engelsiz eğitim, engelsiz sosyal yaşam ve engelsiz sağlık gibi ana başlıklar başta olmak üzere engelsiz yaşam teknolojileri alanlarında değerlendirilebilecek projelerle katılım gösterilebiliyor.

Başarılı Girişimciler için TEKNOFEST Girişim Programı

TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali’ne daha önceki yıllarda katılarak finale kalan üniversite ve üzeri seviyedeki takım veya takım üyelerine özel TEKNOFEST Girişim Programı düzenleniyor. Programda “Ön Kuluçka Destek Programı” ve “Hızlandırma Destek Programı” olmak üzere iki türlü destek bulunuyor.





Ön Kuluçka Destek Programı ile yarışmalarda finale kalan üniversite ve üzeri seviyedeki takımlara veya takım üyelerine destek veriliyor. Geliştirdikleri TEKNOFEST projesi veya farklı projelerini teknoloji, teknolojik ürün ya da hizmete dönüştürmek üzere 100.000 TL destek alabiliyorlar.

Hızlandırma Destek Programı kapsamındaysa TEKNOFEST yarışmalarında finale kalan üniversite ve üzeri seviyedeki takımlara veya takım üyelerine projelerini ileri seviyeye taşımalarına destek olmak için 200.000 TL destek veriliyor. Bunun için kurdukları şirket üzerinden Ar-Ge çalışması yürütmeleri veya ticari ürün ya da hizmetlerini pazara sunmuş olmaları gerekiyor.



Her Aşamada Gençlerin Yolunu Açan Bir TEKNOFEST

TEKNOFEST hem proje hazırlama ve yarışmalara katılma süreçlerinde hem de öncesinde olmak üzere katılımcılarını her zaman destekliyor. Katılımcıların bilgi birikimlerini artırmalarına yardımcı olmak ve onları yarışmalara katılmaya daha hazır hâle getirmek amacıyla çok çeşitli konularda çevrim içi eğitim kitleri sunuluyor. Ayrıca yürütücü kurum ve danışma kurulu üyeleri tarafından finallerde yer alan takımlara ve projelere yönelik eğitim programları hazırlanıyor. Diğer yandan, toplantılar düzenlenerek katılımcıların projeleri ve tüm yarışma süreci ile ilgili soruları yanıtlanıyor.

Millî teknolojiler geliştirilmesini teşvik etmek adına ön eleme aşamasını geçen tüm projelere malzeme desteği, katılımcılara da ulaşım ve konaklama desteği sunuluyor. Ayrıca finallerde dereceye giren projelere çeşitli ödüller veriliyor.

TEKNOFEST kapsamında gerçekleştirilen bilim ve teknoloji yarışmalarında katılımcılara ülkemizin önde gelen teknoloji firmalarını daha yakından tanıma olanağı sunan teknik geziler de düzenleniyor. Bunun yanında, proje sahiplerine millî teknoloji geliştirme yolunda yaptıkları projelerini DENEYAP Türkiye Teknoloji Atölyeleri'nde anlatma ve böylece genç nesillere örnek olma fırsatı da veriliyor. Türkiye'nin önde gelen teknoloji kurumlarında staj yapma imkânının da sunulduğu TEKNOFEST'te, başarılı takımlara uluslararası yarışmalara katılma süreçlerinin her aşamasında destek sağlanıyor.

TEKNOFEST'in Kapıları Herkese Açık

TEKNOFEST nefes kesen yarışmalarının yanında izleyicileri heyecanlandıracak pek çok gösteri ve etkinliğe de ev sahipliği yapıyor. Festivalde Türk Yıldızları ve SOLOTÜRK akrobasi timleri ile AKINCI, HÜRKUŞ ve ATAK Helikopteri gibi millî imkânlarla üretilen hava araçlarının gösterileri gerçekleştiriliyor. Çeşitli hava ve kara araçlarının sergilendiği festivalde ayrıca, dikey rüzgâr tüneli, planetaryum, bilim ve teknoloji sergileri, buluş fuarı, seminerler ve çok çeşitli atölye etkinlikleri ile bilim ve teknoloji ziyaretçilerle buluşuyor.

Tüm yaş gruplarından ilgililerin ücretsiz olarak ziyaret edebileceği TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali; millî teknolojileri desteklemeye ve aydınlık geleceğimize ışık tutmaya devam ediyor. ■

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Cam Arkasından **Güneş Işığı** Aldığımızda Cildimiz Zarar Görür mü?

Bir otomobilin ya da evimizin içinde, kapalı mekânlarda pencereden güneş ışığı aldığımızda genellikle kendimizi güvende hisseder ve güneş kremi sürme gereği duymayız. Ancak cam arkasında dahi olsak güneşin bazı zararlı ışınları cildimize ulaşabilir.

Güneş'in gözümüzle algılayamadığımız morötesi (UV) ışınları, taşıdıkları enerjiye ya da diğer bir deyişle dalga boyuna göre üç kategoride incelenir. Bu ışınların Dünya atmosferine girdikten sonra katedebilecekleri mesafeyi belirleyen de bu dalga boylarıdır. Örneğin, en kısa dalga boyuna yani en yüksek enerjiye sahip UVC ışınlarının yolculuğu stratosferin ortalarında, ozon tabakasında son bulur. Bu ışınların enerjisi ozon molekülleri tarafından soğurulduğu için yeryüzüne ulaşamazlar.

Morötesi ışınlar arasında orta derece enerjiye sahip UVB ışınlarının da önemli bir bölümü atmosferde soğurulur. Ancak bir kısmı yeryüzüne ulaşır. UVB ışınları cildimizde güneş yanıklarına yol açar ve DNA hasarına neden olabilir. Cildimize ulaşan morötesi ışınımın çoğunluğunu ise atmosferde çok az kayıp veren UVA ışınları oluşturur. Uzun dalga boyuna sahip bu ışınlar; derinin alt katmanlarına kadar ilerleyerek cilt hasarına, kırışıklıklara ve bronzlaşmaya neden olur.

Çoğu cam türü kalınlığına ve saflığına bağlı olarak morötesi ışınımı bir miktar filtrelese de bu cildimizin tamamen güvende olduğu anlamına gelmez. Örneğin, otomobillerin biri plastik olmak üzere üç katmandan oluşan ön camları UVB ışınlarını tamamen engelleyebilirken UVA'yı %10'u aşabilen oranlarda geçirir. Araçların genellikle plastik katman içermeyen yan camlarıysa UVB'nin çok azının geçmesine izin verirken UVA'yı ortalama %30 oranında geçirir.

Ev ve iş yerlerimizdeki camlar da ortalamada UVB'nin yaklaşık %97'sini, UVA'nınsa yarıya yakınını soğurur. Bu sırada ışınların enerjisi camın yapısına aktarıldığından cam ısınır. Bununla birlikte, camlara eklenen koruyucu film tabakaları sayesinde UVA ışınımı %99'a kadar engellenebilir.

Cam arkasından güneş ışınlarını almak doğrudan almaya kıyasla daha korunaklı görünse de uzmanlar uzun süreli etkileri azaltmak için kapalı alanlarda dahi güneş kremi kullanılmasını öneriyor.

Kaynaklar

cdc.gov/nceh/features/uv-radiation-safety/index.html
insider.com/guides/beauty/can-you-get-sunburned-through-a-window
sciencefocus.com/science/can-i-get-sunburnt-through-glass

Neden Bazı Komşu Ağaçların Üst Dalları Birbirine Değmez?

Çam, okaliptüs ve mangrov gibi bazı ağaç türlerinde; üst dalların bulunduğu tepe tacı adlı bölgeler, komşularıyla olan sınırlarında kanal benzeri boşluklar oluşturur. Buna taç utangaçlığı denir. Aynı türe ait ağaçlar arasında daha yaygın gözlemlenen bu durumun neden oluştuğu hakkında öne çıkan birkaç hipotez bulunuyor.

Bu konuda çokça dile getirilen bir hipoteze göre; ağaçlar arasındaki düzenli boşluklar, rüzgârlı havalarda savrulan dal ve yaprakların çarpışmalar sonucu zarar görerek düşmesiyle oluşuyor. Karşılıklı budama adıyla anılan bu hipotezi test eden bir çalışmada, taç bölümleri sabitlenen ağaçlar arasındaki tepe boşluklarının zamanla kapandığı belirtildi. Aynı çalışmada, bol rüzgâr alan ormanlarda yetişen ve büyümüş olanları birbirine yakın yüksekliğe sahip, uzun ve ince gövdeli ağaçların taç utangaçlığına daha yatkın oldukları da bildirildi. Ancak farklı türler üzerinde çalışan bazı araştırmacılar, taç utangaçlığı gösteren ağaçların uç bölümlerindeki büyümeyi çarpışmalar yaşanmadan önce durdurabildiklerini düşünüyor. Bununla bağlantılı olabilecek bir açıklama, bitkilerin ışık algılayan fitokrom adlı yapılarıyla ilgili. Güneş ışınlarının eğik açıyla geldiği saatlerde komşusunun gölgesinde kalan ağaç bölümü, fitokromların algıladığı ışık değişiminin etkisiyle yanlara doğru büyümesini durdurur. Böylece fotosentez yapabileceği alanda kalarak komşularıyla arasındaki boşluğu korur.

Diğer yandan, kimi canlılar ürettikleri bazı maddeleri çevrelerine yayarak yakınlarındaki canlıların büyümesini ve gelişmesini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Bu bağlamda, taç utangaçlığı davranışı sergileyen ağaçların allelopatik kimyasallar adı verilen maddeler yardımıyla komşularının büyümesini baskılayabildiği düşüncesi de dikkat çeken diğer bir hipotez.

Bununla birlikte, taç utangaçlığı boşluklarından orman tabanına sızan Güneş ışınları, ağaçların karşılıklı faydaya dayalı ortak yaşam sürdüğü diğer canlıların gelişmesine katkı sağlıyor olabilir. Ayrıca, bu boşluklar sosyal mesafe etkisi göstererek komşu ağaçlardan parazit ya da yaprak yiyen böcekler gibi ağaç sağlığına zararlı canlıların komşular arası geçişini önlemekte de faydalı olabilir.

Taç utangaçlığı, tek bir nedene bağlı olmaktansa muhtemelen bu mekanizmaların çoklu işleyişiyle gerçekleşiyor. Bilim insanları bu yüksek ağaçların tepelerinde araştırma yapmanın daha kolay yollarını buldukça hangi mekanizmanın daha baskın olduğunu anlamaları da kolaylaşacak.

Kaynaklar

cosmosmagazine.com/science/biology/crown-shyness-even-trees-need-personal-space
mcgill.ca/oss/article/did-you-know/trees-avoid-touching-each-other-due-crown-shyness-results-are-beautiful-webs-leaves
nationalgeographic.com/science/article/tree-crown-shyness-forest-canopy

Zaman Kristalleri

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Zaman kristalleri düşüncesinin 2012'de ileri sürülmesinden sonra çok önemli bilimsel gelişmeler yaşandı. Zaman kristalleri elde ettiklerini iddia eden bazı araştırmacılar var. Hatta bu sıra dışı malzemelerden kuantum bilgisayarlarda yararlanılabileceği düşünülüyor.



Günlük hayatta aşina olduğumuz kristal katılar uzayda düzenli bir yapıya sahiptir: atomları periyodik olarak tekrar eden konumlarda bulunur. Peki, zamanda düzenli yapıya sahip, başka bir deyişle zaman içinde değişen ancak periyodik aralıklarla tekrar tekrar aynı durumlarda bulunan zaman kristalleri de üretilebilir mi? Bu soruyu ilk kez Nobel ödüllü fizikçi Frank Wilczek sormuştu. Wilczek'in zaman kristalleri düşüncesini ortaya attığı 2012'den beri yaşanan gelişmeleri anlamak için önce biraz temel fizikten bahsetmemiz gerekecek.

Simetri Kırılması

Simetri kavramı modern fizikte önemli bir yer tutar. Bazı durumlarda ise bir simetrinin "kendiliğinden kırıldığı" söylenir. Bu ifade ile ne kastedildiğini uzay ötelenme simetrisi üzerinden açıklamaya çalışalım. Herhangi bir fiziksel teori için uzayın belirli bir merkezi yoktur. Bir sistemdeki parçacıkların konumlarını ifade etmek için kullandığınız koordinat sistemini herhangi bir noktada konumlandırabilirsiniz. Bu koordinat sistemini herhangi bir yönde herhangi bir miktar ötelemeniz sistemin dinamikleriyle ilgili denklemlerde bir değişikliğe neden olmaz. Ne Newton'un hareket yasalarında ne genel görelilik kuramının alan denklemlerinde ne de kuantum mekaniğiyle ilgili eşitliklerde tercih edilen bir koordinat sistemi yoktur. Tüm bu dinamik denklemlerde "sürekli uzay ötelenme" simetrisi vardır. Kristal bir katının yapısına baktığımızda ise bu simetriyi göremeyiz. Kristal katılardaki atomlar herhangi bir konumda değil, belirli konumlarda bulunur. Sistemin yapısında değişiklik yapmadan öteleme yapmak mümkündür. Ancak sistemi herhangi bir yönde herhangi bir miktar değil, belirli yönlerde belirli miktarlarda öteleyebilirsiniz. Sistemin içinde bulunduğu durumda sürekli değil "süreksiz uzay ötelenme simetrisi" vardır. Simetri kırılması ile ifade edilen, bir sistemin içinde bulunduğu durumun dinamik denklemlerde olduğundan daha düşük seviyeli bir simetriye sahip olmasıdır. Kristalli katılarda da sürekli uzay ötelenme simetrisi kırılmış, süreksiz uzay ötelenme simetrisine sahip bir sistem ortaya çıkmıştır.

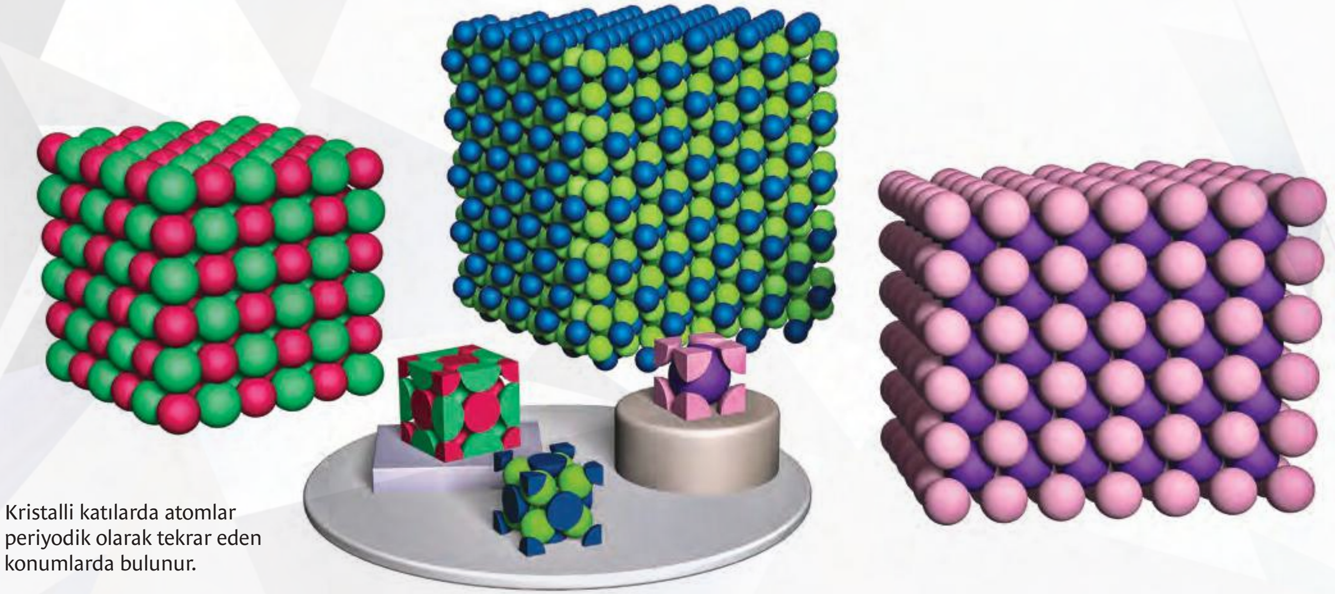
Zaman Kristalleri

Herhangi bir fiziksel teori sadece uzay ötelenme simetrisine değil, aynı zamanda zaman ötelenme simetrisine sahiptir. Nasıl ki bir sistemdeki parçacıkların konumlarını ifade etmek için kullanılan koordinat sistemini uzayda herhangi bir yönde herhangi bir miktar ötelemek mümkünse zamanı ifade etmek için kullanılan koordinat sistemini de zamanda ileri ya da geriye doğru herhangi bir miktar ötelemek mümkündür. Başka bir deyişle, fiziksel kuramlar açısından zaman koordinatının belirli bir orijini yoktur, fiziksel yasalarda "sürekli zaman ötelenme simetrisi" vardır. Peki, öyleyse tıpkı sürekli uzay ötelenme simetrisinin kırılmasına benzer biçimde sürekli zaman ötelenme simetrisinin de kırılması mümkün müdür? Süreksiz zaman ötelenme simetrisine sahip, başka bir deyişle zaman içinde değişen ancak periyodik aralıklarla aynı durumlarda bulunan bir malzeme olabilir mi?

İlk bakışta bir zaman kristali elde etmenin zor bir iş olmadığı düşünülebilir? Uzay ötelenme simetrisinin kırılmasıyla kristal katılar ortaya çıkıyorsa neden zaman ötelenme simetrisinin kırılmasıyla da zaman kristalleri ortaya çıkmasın? Ancak zaman kristallerini elde etmekle ilgili pek çok zorluk vardır. İlk olarak, özel görelilik kuramı uzay ve zamanı "uzayzaman" olarak bir araya getirse de bu durum uzay ve zaman koordinatlarının birbirlerine denk olduğu anlamına gelmez. Nedensellik, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki olaydan sebebin zamansal olarak sonuçtan önce gelmesi gerektiğini söyler. Özel görelilik kuramı da aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan olayları nedensellikle uyumlu bir biçimde zamansal olarak sıraya dizer. Uzay koordinatları içinse nedensellik benzeri bir ilke yoktur. İkinci olarak, simetri kırılması ısıl dengeye ulaşmış sistemlerle ilgilidir. Ancak dengeye ulaşmış sistemler sıklıkla "yerel ölçümler yapılarak zamanın akışının ölçülemeyeceği sistemler" olarak tanımlanır. Üçüncü olarak, zaman kristalleri olarak tanımlanabilecek çok boyutlu sistemlerin bilinen örnekleri olmasa da az boyutlu sistemlerde periyodik salınımlara sıklıkla rastlanır. Aksine kristal katılar gibi uzay simetrilerinin







Kristalli katılarda atomlar periyodik olarak tekrar eden konumlarda bulunur.

kırıldığı sistemler çok boyutludur. Az boyutlu sistemlerde ise uzay simetrileri kırılmaz.

Zaman kristalleri elde etmenin zorluğunu makroskobik bir sistem üzerinden örneklendirelim. Sarkaçlı saatleri ele alalım. Sarkaç "tahmin edilebilir" bir biçimde salınarak zamanın ölçülmesine yardımcı olur. Ancak sarkaçlı saatlerin zaman kristali olduğu söylenemez. Sistem çevresiyle etkileşim hâlindedir. Zaman içinde sürtünme ve diğer nedenlerle enerji kaybeder. Haricî bir enerji kaynağı tarafından beslenmediği sürece salınımların genliği giderek azalır ve saat bir süre sonra durur. İdeal koşullar altında, sarkacın herhangi bir haricî enerji kaynağına ihtiyaç duymadığı durumda da salınımlar sonsuza kadar devam edemez. Çünkü sarkaç çok sayıda parçacığın bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Bu parçacıklar arasındaki etkileşimler nedeniyle başlangıçta kütle merkezi hareketinin sahip olduğu kinetik enerji yavaş yavaş sistemin içine dağılır. Böylece sistem ısınırken salınımların genliği giderek azalır ve sonunda sarkaç durur. Başka bir deyişle, başlangıçtaki soğuk ve hareketli sarkaç zamanla sıcak ve durgun bir sarkaca dönüşür. Bu dengeye ulaşma süreci bir sistemin zamanla entropinin artacağı yönde ilerleyeceğini ifade eden termodinamiğin ikinci yasasının bir sonucudur. Sarkacın yapısına bağlı olarak dengeye ulaşma süreci çok uzun sürebilir.

Zaman kristalleri ile kastedilen malzemelerin bir tür makroskobik saat olduğu söylenebilir. Ancak maddenin yeni bir hâli olarak adlandırılabilmeleri için, sıradan saatlerin aksine, durmaksızın kararlı bir şekilde çalışmaları ve sistemdeki enerjinin korunması da gerekiyor.

Zaman Kristallerinin Tarihi

Nobel Ödüllü fizikçi Frank Wilczek 2012'de yazdığı bir makalede kuantum sistemlerde, yine aynı yıl Alfred Shapere ile beraber yazdığı bir başka makalede de klasik sistemlerde zaman kristallerinin mümkün olup olmadığını tartışmıştı. Her iki makale de temel enerji seviyesindeki, dengeye ulaşmış sistemlere odaklanıyordu. Temel enerji seviyesindeki bir sistem zaten sahip olabileceği en düşük enerjiye sahip olduğu için çevresine enerji yayarak zaman içinde değişmez. Ayrıca dengedeki bir sistemde entropi zaten



Frank Wilczek

maksimum seviyeye ulaşmıştır, dolayısıyla daha fazla artamaz. Böyle bir sistemin zaman kristali olarak adlandırılabilmesi içinse temel enerji seviyesindeyken periyodik hareketler sergilemesi gerekir.

Kuantum sistemler ile ilgili makalede olası bir zaman kristalinin nasıl üretilebileceği ile ilgili bir öneri de sunulmuştu. Wilczek, süperiletken bir halkada dolanan bir elektrik akımı hayal etmişti. Durağan ve düzenli bir elektrik akımı zaman ötelenme simetrisini kırmaz. Ancak Wilczek dolanan elektrik yükleri arasında zayıf çekim kuvvetleri oluşturularak elektrik yüklerinin aralıklarla topaklanmasının sağlanabileceğini öne sürmüştü. Düzensiz dağılmış elektrik yüklerinin halka etrafındaki periyodik hareketleri, sürekli zaman ötelenme simetrisinin kırıldığı bir sistem ortaya çıkarabilirdi.

İlk kuramsal çalışmalardan bir sene sonra Patrick Bruno ve Philippe Nozières, Wilczek'in öne sürdüğü süperiletken halka modelinin gerçeğe dönüştürülemeyeceğini gösterdi. Daha sonra 2014'te Haruki Watanabe ve Masaki Oshikawa zaman kristalleri konusunu yine kuramsal olarak ele aldı ve Wilczek ile Shapere tarafından öne sürüldüğü hâliyle zaman kristalleri elde etmenin mümkün olmadığını gösterdi. Watanabe ve Osikawa'nın çalışması özetle dengedeki bir sistemde uzayzaman kristallerinin ortaya çıkmasının mümkün olmadığını, başka bir deyişle dengedeki bir sistemin hem uzayda hem de zamanda periyodik olarak kendini tekrar eden düzenli bir yapıya sahip olamayacağını gösteriyordu.

Watanabe ve Oshikawa'nın çalışması her ne kadar başlangıçtaki düşüncelerin gerçeğe dönüştürülmesinin imkânsızlığını gösterse de tüm sistemleri ele alan genel bir çalışma değildi. 2014'ten sonra zaman kristalleri elde etme çabaları farklı bir yöne kaydı. Yapılan çalışmaların mantığını anlamak için öncelikle çeşitli sıra dışı sistemlere bir göz atmamız gerekecek.

MBL Sistemleri

İstatistiksel mekanik derslerinde bir kuantum sistemin dengeye ulaşması tartışılırken genellikle sistemin haricî bir "havuz" ile etkileşim hâlinde olduğu varsayılır. Havuz, toplam enerji ve toplam elektrik yükü gibi zamanla değişmeyen nicelikler için bir rezervuar görevi görür. Sistem, havuzla etkileşerek dengeye doğru yol alır.

Peki, ya bir havuz yoksa? Çevresinden yalıtılmış bir sistem nasıl dengeye ulaşır? Böyle bir sistemin dengeye ulaşmaması mümkün müdür? Eğer mümkünse, bir kuantum sistemin dengeye ulaşmaması nasıl sağlanabilir?

Kapalı bir sistemin dengeye doğru gidişini düşünmenin bir yolu şudur: Sistem çok sayıda ufak bölgenin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Bu bölgelerin her biri kendisini çevreleyen diğer bölgelerle etkileşerek dengeye doğru yol alır. Başka bir deyişle, her bir bölge için sistemin geri kalanı havuz işlevi görür. Her bir bölge, sistemin geri kalanıyla enerji ve parçacık alışverişi yaparak dengeye ulaşır.

Peki, kapalı ve çevresinden yalıtılmış bir kuantum sistemin dengeye ulaşmaması mümkün

müdür? Philip Warren Anderson 1958'de aşırı derecede düzensiz yapıya sahip bir kuantum sistemde farklı bölgeler arasında enerji ve parçacık alışverişi olamayacağını göstermişti. Anderson'un çalışması az boyutlu ve etkileşimsiz sistemler üzerineydi. Ancak Anderson lokalizasyonu olarak adlandırılan bu olgu, çok boyutlu ve etkileşimli sistemlerde de görülür. Çok cisimli lokalize sistemler (MBL sistemleri) olarak adlandırılan bu sistemlerde farklı bölgeler arasında enerji ve parçacık alışverişi olmaz. Sistemi oluşturan ufak bölgelerin her biri kendi içinde dengeye ulaşır. Bu bölgelerin özellikleri birbirlerinden farklıdır.



İlk bakışta MBL sistemlerinin bir bütün olarak dengeye ulaşmamasının termodinamiğin ikinci yasasına aykırı olduğu düşünülebilir, ancak değildir. Termodinamiğin ikinci yasası kendiliğinden gerçekleşen süreçlerde entropinin azalmayacağını söyler. Bir bütün olarak dengeye ulaşan sıradan sistemlerde, sistem dengeye ulaştığında entropi azami değere ulaşır. İlerleyen zamanlarda entropinin daha fazla artması mümkün olmadığı için, dışarıdan bir müdahale olmadığı sürece, sistem dengede kalmaya devam eder. MBL sistemlerinde de entropi zamanla artar, ta ki her bir bölge kendi içinde dengeye ulaşıncaya kadar. Bu noktadan sonra entropi daha fazla artmaz.

MBL sistemlerinin ulaştığı azami entropi seviyesi, sıradan sistemlere kıyasla daha düşüktür. Ancak bu sistemlerde de kendiliğinden gerçekleşen süreçlerde entropi hiçbir zaman azalmaz.

Floquet Sistemleri

Periyodik olarak haricî bir kaynak tarafından beslenen sistemlere Floquet sistemleri denir. Bu sistemleri tanımlayan dinamik denklemlerde sürekli zaman ötelenme simetrisi yoktur.

Şayet haricî kaynak Δt zaman aralıklarıyla sistemi besliyorsa sadece zaman koordinatını Δt birim öteleyen simetri işlemleri dinamik denklemlerde bir değişikliğe sebep olmaz. Bu sistemlerde Δt periyotlu süreksiz zaman ötelenme simetrisi vardır. Statik sistemlerdeki sürekli zaman ötelenme simetrisi ile Floquet sistemlerindeki süreksiz zaman ötelenme arasındaki farkı, sürekli ve süreksiz uzay ötelenme simetrileri arasındaki farka benzetebiliriz.

Floquet MBL Sistemleri

Haricî bir kaynak tarafından beslendikleri için Floquet sistemlerinde enerji korunmaz. Sistem yapısı nedeniyle çeşitli korunum yasalarına sahip değilse bu sistemlerde sıcaklığın giderek artması beklenir. Peki, öyleyse kararlı zaman kristalleri elde etmek için bu sistemlerden nasıl yararlanılabilir?

Bilimsel çalışmalar aşırı derecede düzensiz bir yapıya sahip Floquet sistemlerinde (Floquet MBL sistemlerinde) ısınmanın engellenebileceğini gösteriyor. Bu sistemlerdeki aşırı düzensiz yapı, sıradan MBL sistemlerinde olduğu gibi, farklı bölgeler arasındaki enerji alışverişini engeller. Entropi artışı, sistem belirli bir sıcaklığa ulaştığında durur. Sistem her ne kadar dengeye ulaşmasa da aşırı düzensiz yapı sıcaklığın ve entropinin daha fazla artmasını engeller.

Haricî kaynakla etkileşim hâlinde olduğu için Floquet MBL sistemlerinde de enerji anlık olarak korunmaz. Ancak sisteme periyodik aralıklarla bakıldığında net enerji akışı sıfırdır. Bu sistemlerinin kapalı sistemler olduğu da söylenemez. Ancak en azından sistem ile haricî kaynak dolanık hâlde değildir. Başka bir deyişle sistem ve haricî kaynağın durumları birbirinden bağımsızdır. Kararlı ve enerjinin korunduğu makroskopik saat tanımına tam olarak uymadıkları için bu sistemlerde ortaya çıkabilecek zaman kristali benzeri yapılar "süreksiz zaman kristali" (dTC) diye adlandırılıyor. Başlangıçta tanımladığımız, sürekli zaman simetrisinin kırıldığı zaman kristallerini dTC'lerden ayırt etmek içinse cTC terimi kullanılıyor.

Floquet MBL sistemleriyle ilgili dinamik denklemlerde sürekli zaman ötelenme simetrisi değil, süreksiz zaman ötelenme simetrisi vardır. Dolayısıyla bu sistemlerde elde edilecek bir dTC'nin sistemi tanımlayan dinamik denklemlerdekinden de daha düşük seviyeli bir süreksiz simetriye sahip olması gerekir.

Deneysel Çalışmalar

Zaman kristallerinin nasıl gerçeğe dönüştürülebileceği ile ilgili ilk düşünce, 2017'de Berkeley'deki California Üniversitesinden Norman Yao tarafından öne sürülmüştü. Kısa süre içinde iki ayrı araştırma grubu, farklı sistemlerde Yao'nun prosedürünü takip ederek dTC'leri gerçeğe dönüştürdüklerini açıkladılar. Maryland Üniversitesinden Chris Monroe ve öğrencileri bir hacmin içine hapsedilmiş iyonlar üzerinde çalışmalar yapmıştı. Deneyler sırasında bir lazer on adet iterbiyum iyonunun bir çizgi üzerinde periyodik aralıklarla konumlanmasını, bir başka lazer ise iyonların iki farklı enerji seviyesi arasında durmaksızın geçiş yapmasını sağlıyordu. Ölçümler sistemin periyodik olarak aynı durumlarda bulunduğunu ve bu periyodun lazerlerinkinin iki katı olduğunu gösteriyordu. Harvard Üniversitesinden Mikhail Lukin ve öğrencileri de benzer deneyleri azot-boşluk merkezleri üzerinde yapmıştı. Elmasların yapısına karışan her bir azot atomu, iki komşu karbon atomunu yerinden eder. Bu boşluklardan biri azot atomu tarafından doldurulurken diğeri boş kalır ve böylece azot-boşluk merkezi diye adlandırılan yapılar ortaya çıkar. Lukin ve öğrencileri negatif yüklü azot-boşluk merkezlerindeki elektron spinleri üzerinde deneyler yapmıştı. Bir lazer spinlerin periyodik olarak dönmesini sağlıyordu ve spinlerin dönme periyodu lazerlerinkinin iki katı oluyordu. Sonuçta, ölçümler bu sistemlerin her ikisinde de Δt periyotlu süreksiz zaman ötelenme simetrisinin kırılmasıyla $2\Delta t$ periyotlu süreksiz zaman ötelenme simetrisine sahip bir dTC'nin ortaya çıktığına işaret ediyordu.



İlerleyen zamanlarda nükleer spinler üzerinde de benzer çalışmalar yapıldı. Yale Üniversitesinden Sean Barret ve öğrencileri dihidrojen fosfat ($NH_4H_2PO_4$) kristalleri, Hindistan Teknoloji Enstitüsünden Ganesh Jaya Sreejith ve öğrencileri ise asetonitril (C_2H_3N), trimetilfosfit ($P(OCH_3)_3$) ve tetrakis(trimetilsilil) silan ($C_{12}H_{36}Si_5$) kümeleri üzerinde çalışmalara imza attılar. Nükleer manyetik rezonans (NMR) cihazları kullanarak yapılan bu deneylerde, malzemelerdeki atomların nükleer spinlerine odaklanıldı. Ölçümler bu sistemlerde de süreksiz zaman ötelenmesi simetrisinin kırılmasıyla dTC'lerin ortaya çıktığına işaret ediyordu.



Hollanda'daki Utrecht Üniversitesinden Peter van der Straten ve arkadaşları ise 2018 yılında yayımladıkları bir makalede uzayzaman kristalleri elde etmeyi başardıklarını açıkladılar. Araştırmacılar sodyum atomlarını aşırı derecede soğutarak Bose-Einstein yoğuşuğu hâline getirmiş, daha sonra da atomların bir hacmin içine sıkışmasını sağlayan manyetik alanda ani değişiklikler yaparak periyodik hareketleri tetiklemişti. Sonuçta atom yoğunluğunun hem uzayda düzenli periyodik bir yapıya sahip olduğu hem de zamanla periyodik olarak değiştiği bir dTC'nin ortaya çıktığı gözlemlenmişti.

2018'den sonra açık, enerji yayan sistemlerde de zaman kristalleri elde edilebileceğine dair düşünceler öne sürüldü. Bu konuda ilk başarılı deneysel çalışmaya Hamburg Üniversitesinden Andreas Hemmerich önderliğinde araştırmalar yapan bir grup fizikçi imza attı. Araştırmacılar, bir optik kavitenin (karşılıklı iki aynadan oluşan bir tür rezonatör) içinde bulunan rubidyum atomlarından oluşmuş bir Bose-Einstein yoğuşuğunda atom yoğunluğunun farklı iki durum arasında periyodik olarak salındığını gözlemledi. Atomların bir lazer tarafından uyarıldığı bu deneylerde sistemin kararlılığını atomlar tarafından yayılan fotonlar sağlıyordu.

Tüm bu deneysel çalışmaların ortak özelliği, bir sistemin Δt periyotlu haricî bir kaynak ile etkileşerek $2\Delta t$ periyotla tekrar tekrar aynı durumlarda bulunan bir hâle bürünmesi. Bu deneysel çalışmalarda gerçekten de dTC'lerin mi ortaya çıktığı yoksa elde edilen sonuçların çok yavaş bir biçimde dengeye doğru yol alan sistemlere mi ait olduğu tartışma konusu. Ancak elde edilen malzemeler gerçek dTC'ler olmasa bile yapılan çalışmalar başarılı bulunuyor ve dTC'lerin elde edilmesine giden yolda önemli adımlar olarak görülüyor.

Zaman kristalleri konusunda çok önemli bir gelişme de yakın zamanlarda yaşandı. Andreas Hemmerich ve öğrencileri, haziran ayında *Science*'ta yayımladıkları bir makalede, ilk kez sürekli zaman ötelenme simetrisinin kırıldığı bir sistem elde etmeyi başardıklarını açıkladı. Araştırmacılar, zamandan



bağımsız bir haricî kaynak tarafından beslenen Bose-Einstein yoğuşuklarında atom yoğunluğunun zamanla düzenli olarak değiştiğini gözlemlediklerini yazıyor. Sistemi tanımlayan dinamik denklemlerde sürekli zaman ötelenme simetrisi olduğu için bu durum deneyler sırasında bir cTC'nin ortaya çıktığı anlamına geliyor.

Uygulamalar

Zaman kristalleri üretmek sadece entelektüel bir çaba mı, yoksa bu sıra dışı malzemelerden pratik amaçlar için de yararlanılabilir mi?

Zaman kristallerinin yararlı olabileceği düşünülen alanlardan biri kuantum bilgisayarlar. Bir kuantum bilgisayarın temel yapı taşı; bilginin kodlandığı ve işlendiği, kübit olarak adlandırılan iki seviyeli bir sistemdir. Yakın zamanlarda uluslararası bir araştırma grubu da zaman kristallerinden oluşan iki seviyeli bir sistem oluşturmayı başardıklarını açıkladı. Araştırmacılar önce iki ayrı zaman kristali üretmiş daha sonra da bu sistemleri birbiriyle etkileşir hâle getirmişler. Ortaya çıkan iki parçalı sistemin gelecekte kuantum bilgisayarda kübit işlevi görebileceği düşünülüyor.

Sonuç

Zaman kristalleri düşüncesi görece yeni bir kavram. Ancak aradan geçen yaklaşık on yılda önemli ilerlemeler kaydedildi. Başlangıçta ortaya atıldığı hâliyle zaman kristalleri üretmenin imkânsız olduğu kanıtlansa da kısa süre içinde farklı formlarda zaman kristalleri üretilmesi büyük bir başarı olarak görülüyor.

Gerçek hayatta hiçbir sistem tam olarak çevresinden yalıtılmış değildir. Bu yüzden, zaman kristallerinden çeşitli teknolojilerde yararlanma açısından özellikle açık sistemler üzerine yapılan çalışmaların çok önemli olduğu söylenebilir. ■

Kaynaklar

Khemani, Vedika ve ark., "A Brief History of Time Crystals", *ArXiv.org*, https://arxiv.org/abs/1910.10745, 2019.
Choi, Soonwon, ve ark., "Observation of discrete time-crystalline order in a disordered dipolar many-body system", *Nature*, Cilt 543, s. 221, 2017.
Zhang, Jiehang, ve ark., "Observation of a discrete time crystal", *Nature*, Cilt 543, s. 217, 2017.
Rovny, Jared, ve ark., "Observation of Discrete-Time-Crystal Signatures in an Ordered Dipolar Many-Body System", *Physical Review Letters*, Cilt 120, Makale No: 180603, 2018.
Rovny, Jared, ve ark., "31P NMR study of discrete time-crystalline signatures in an ordered crystal of ammonium dihydrogen phosphate", *Physical Review B*, Cilt 97, Makale No: 184301, 2018.
Pal, Soham, ve ark., "Temporal Order in Periodically Driven Spins in Star-Shaped Clusters", *Physical Review Letters*, Cilt 120, Makale No: 180602, 2018.
Smits, Jasper ve ark., "Observation of a Space-Time Crystal in a Superfluid Quantum Gas", *Physical Review Letters*, Cilt 121, Makale No: 185301, 2018.
Kessler, Hans, ve ark., "Observation of a Dissipative Time Crystal", *Physical Review Letters*, Cilt 127, Makale No: 043602, 2021.
Autti, Samuli, ve ark., "Nonlinear two-level dynamics of quantum time crystals" *Nature Comunications*, Cilt 13, Makale No: 3090, 2022.
Kongkhambut, Phatthamon ve ark., "Observation of a Continuous Time Crystal", *Science*, https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo3382, 2022.

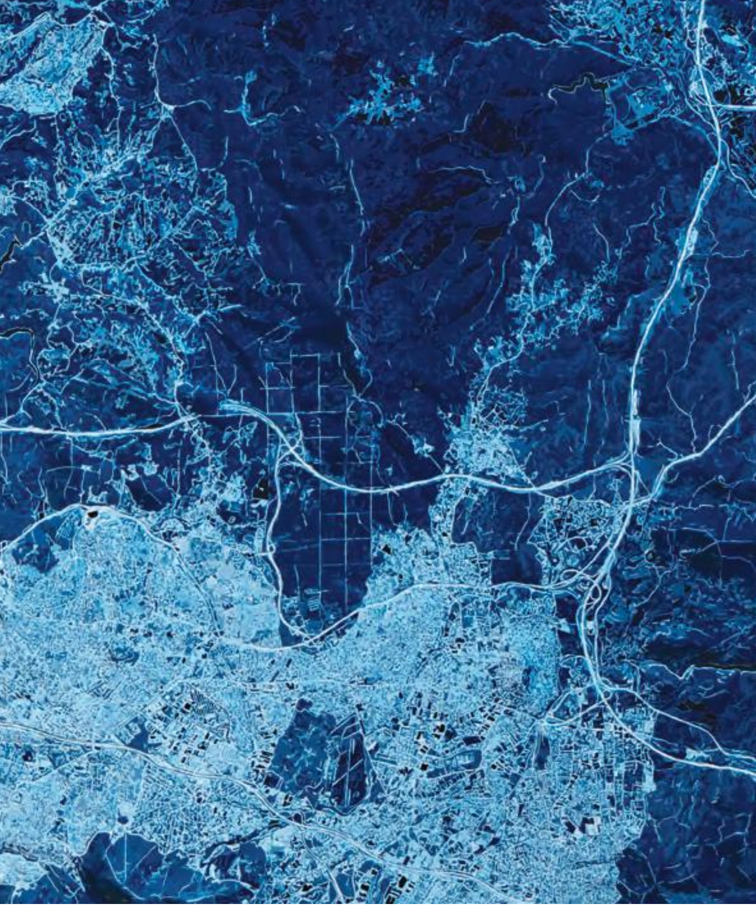


Prof. Dr. Elif Sertel Anlatıyor:

"Nerede?" Sorusunun Cevabı Geomatik Mühendisliğinde

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Geomatik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapan Prof. Dr. Elif Sertel, "Uzaktan algılama alanında arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi; derin öğrenme-yapay zekâ yöntemlerinin süper-çözünürlük, pan-keskinleştirme, obje tanımlama ve segmentasyon problemlerine uygulanması; uzaktan algılama veri ve yöntemleri ile kuraklık belirleme, tarımsal uzaktan algılama uygulamaları; toprak tuzluluğunun uydu teknolojileri ile izlenmesi ve çevresel uzaktan algılama uygulamaları" konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görüldü. Yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Sertel, hayat öyküsünden ve kendisine ödüller getiren araştırmalarından söz etti.





Rize'de doğan Prof. Dr. Elif Sertel, ilkokuldan sonra girdiği sınav sonucunda o dönemki en iyi liselerden biri olan Rize Anadolu Lisesine girmeye hak kazanmış ve bu okuldan 1997 yılında mezun olmuş. Matematik meraklısı bir öğrenci olarak zihinden hesaplamalar yapması ve özellikle lisede matematik sorularını hızla cevaplayabilmesi kendisinin analitik düşünme ve matematik konularında ne kadar yetenekli olduğuna birkaç örnek. O zamanlar bu özelliğini araştırmacı olmakla ya da mühendislikle hiç doğrudan ilişkilendirmemiş. Aslında o dönemlerin popüler mesleği olan tekstil mühendisliğindeymiş gönlü lise yıllarında. Özellikle de İTÜ Tekstil Mühendisliğinde… Ailesinin gönlü ise tıp fakültesinde... İki aşamalı üniversite sınavının ilki oldukça iyi sonuçlanmış ancak ikinci aşama Prof. Dr. Sertel'in tam da istediği gibi geçmemiş. İlk tercihi tabii ki İTÜ Tekstil Mühendisliği olmuş. İTÜ'nün diğer mühendislik bölümlerini incelerken o zamanki adıyla Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, günümüzdeki adıyla Geomatik Mühendisliği Bölümü dikkatini çekmiş. Mezun olduktan sonraki iş imkânlarını da düşünerek bu bölümü tercih ettiğini söyleyen Prof. Dr. Sertel'in o dönemki planları arasında akademisyen olmak yokmuş aslında.

En büyük özelliği çok merak etmek, merak edince de çok okumak olan hocamız İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümünü kazandığında önce bir yıl İTÜ Yabancı Diller Okulu, İngilizce hazırlık sınıfına devam etmiş. Anadolu lisesindeki eğitiminden ötürü İngilizce alt yapısı olsa da dil hazırlık sınıfında akademik yazma becerilerini geliştirmek istemiş. Bunun yararını ilerleyen yıllarda da çok görmüş. Bu nedenle tüm öğrencilere üniversitelerin yabancı dil hazırlık okuluna devam etmelerini tavsiye ediyor. Hazırlık sınıfı sonrasında bölüm derslerini almaya başladığında, "Acaba bölüm değişikliği yapsam mı?" sorusu aklından geçse de aslında kendi bölümünü sevmeye ve konulara ilgi duymaya başlamış. Hatta çok ilgisini çeken sayısal görüntü işleme konusuyla ve uydu görüntüleriyle de tanışınca akademisyen olmaya karar vermiş. Dersleri hep çok dikkatli dinleyip derste anlatılanlarla yetinmeyerek daha

fazla bilgi edinmek için sürekli okumuş. Böylece araştırma yapmayı ne kadar sevdiğini fark etmiş. Uydu görüntülerine olan ilgisi, üniversite ikinci sınıftan itibaren çok iyi bir araştırmacı olma azmini de ateşlemiş. O kararlılıkla 2002 yılının haziran ayında bölümünü birincilikle bitirip, ekim ayında da araştırma görevlisi olarak yüksek lisans çalışmalarına başlamış. Yüksek lisansın ardından iklim değişikliği ve arazi değişiminin iklime etkisi konusunda doktoraya başlamış. 2006 yılında Fulbright bursuyla Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) Rutgers Üniversitesine giderek, Prof. Dr. Alan Robock ile doktora çalışmalarına devam etmiş. Doktora sonrası araştırmalarını da yine aynı üniversitede sürdürmüş. Türkiye'ye döndükten sonra mezun olduğu bölümde -doçentlik kriterlerini sağlıyor olsa da- önce yardımcı doçent olarak görev yapmaya başlamış. Kısa süre sonra gelen doçent ve ardından profesör titrleri ile hocamız bu unvanları genç yaşta alan akademisyenler arasına katılmış.

Öğretim üyeliği görevinin yanı sıra Türkiye'nin ilk uydu yer istasyonu olan İTÜ Uydu Haberleşme ve Uzaktan Algılama Merkezinde (UHUZAM) 2009-2012 yılları arasında müdür yardımcılığı, 2012-2021 yılları arasında da müdürlük görevlerini sürdürmüş. Bu görev Prof. Dr. Sertel'e projelerini daha geniş kitlelere duyurmak, toplumu hedef alan problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar yapmak ve daha büyük projelere dâhil olmak gibi konularda pek çok katkı sağlamış. Çevre ve iklim problemleriyle ilgili pek çok proje yürüten, diğer yandan çok sayıda yüksek lisans ve doktora öğrencileri yetiştiren Prof. Dr. Sertel; 2017 yılında TÜBA'nın Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı Ödülü'nü (GEBİP) almış. Bu ödülü 2021'de aldığı TÜBİTAK Teşvik Ödülü izlemiş. Şimdi ise hocamız daha çok uluslararası projelerle ilgileniyor.



Geomatik Mühendisliği

Yaşam öyküsünün ardından Prof. Dr. Sertel'e geomatik mühendisliğinin tanımı ve kapsamını sorarak söyleşimize devam ediyoruz. Hocamız geomatik mühendisliğini öncelikli olarak yeryüzünün şeklini belirleyen daha sonra da konuma bağlı olarak ilgili bilgileri üreten mühendislik dalı olarak tanımlıyor. Günlük hayatımızda konumla ilgili kullandığımız her türlü veri ya da haritada, geomatik mühendisliğinden bir parça olduğunu belirtiyor. Arabalarımızda kullandığımız navigasyon haritaları ya da sürekli kullandığımız Google Earth gibi konum bileşeni olan uygulamalara dair her türlü problemin çözümünde ve konumsal verinin üretiminde geomatik mühendislerinin yer aldığından söz ediyor. Geomatik mühendisliği kendi içinde alt konulara ayrılıyor. Araziye gidip GPS ya da geleneksel aletlerle ölçüm yapmak, uydu görüntülerini kullanarak coğrafi bilgi üretmek, fotogrametri yani hava fotoğraflarıyla çalışmak, bu mühendislik alanının bazı alt başlıklarından. Prof. Dr. Sertel'in çalışma konusu ise uzaktan algılama. Hocamız çok disiplinli çalışma yapmayı mümkün kılan geomatik mühendisliğinin, son yıllarda özellikle uydu teknolojilerinin ve coğrafi bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile çok daha popüler hâle geldiğini özellikle vurguluyor.



Veriler Nasıl Toplanıyor ve Kullanılıyor?

Coğrafi bilgi sistemleri ve geomatik mühendisliğinde kullanılan yöntemlerle pek çok veri üretiliyor ve bu veriler pek çok alanda kullanılıyor. Prof. Dr. Sertel geomatik mühendisliğinin temelde mülkiyet kavramından ortaya çıktığını belirtiyor. Çoğu kişinin evi, arazisi ve/veya tarlasının olduğu göz önünde bulundurulduğunda; mülkiyetin resmî olarak belgelendirilmesi için Osmanlı döneminden beri bildiğimiz tapu ve kadastro işlemlerinde bu bilim dalından yararlanıldığından söz ediyor.

Ulaştırma ağlarının (örneğin kara ya da tren yollarının) geçeceği yerlerin planlanmasında veya baraj ve köprü projelerinde öncelikle mevcut durumun ortaya konması için güncel haritalara ihtiyaç duyulduğunu söyleyen Prof. Dr. Sertel ilginç birkaç örnek de veriyor. Bu örneklerden biri köprülerin yapımıyla ilgili. Bir köprü inşa edilirken yapımın karşılıklı iki uçtan başlandığını ve ortada birleşmeleri için de bu iki ucun inşasının düzgün ilerlemesi gerektiğini, aksi takdirde uçların birleştirilemeyeceğini belirtiyor. Bu noktada ölçüm yaparak hassas konumları belirleyen geomatik mühendisleri büyük rol oynuyor. Prof. Dr. Sertel bu çalışmaların eskiden beri süregelen geleneksel çalışmalar olduğunu söylüyor. Son yıllarda ise özellikle uydu teknolojilerinde birincil konunun herkesin cep telefonunda ya da tabletinde yer alan konum belirleme (GPS) olduğunu ve bu alanda sürekli toplanan konum verilerinin işlenmesiyle farklı bilgilerin üretilmesine katkı sağlandığını belirtiyor.

Hocamız yeryüzünü farklı detay seviyelerinde görüntüleyebilen yer gözlem uydularından da söz ediyor. Yer gözlem uydularının bazıları 600-700 km mesafede olup daha detaylı gözlem yapabilirken bazıları 35.000 km mesafede olup daha çok meteorolojik ve atmosferik amaçlı kullanılıyor.

Ayrıca çevresel problemler, lokal ölçekte belediyecilik çalışmaları, daha geniş ölçekte hava kirliliği ve iklim değişikliğinin takibi, hatta afet anında ve sonrasında ilgili bölgeleri görüntüleme gibi pek çok farklı konuda yer gözlem uydularından yararlanılıyor. İklim modeli ya da su kalitesi modellerine güvenilir veriler sunmak, belirli bir tarım alanında hastalık olup olmadığını tespit etmek ve rekoltenin ne olacağına yönelik tahminlerde bulunmak gibi çok farklı konularda da yine uydu görüntüleri kullanılıyor.

Uyduları sınıflandırırken göz önünde bulundurulan kriterlerden biri de irtifaları-yani, uydunun yerden ne kadar yükseklikte olduğu. 600-700 km irtifada olan ve yeryüzünü gözlemleyen GÖKTÜRK-1 ve GÖKTÜRK-2 gibi yer gözlem uyduları sürekli hareket hâlinde olup Güneş ile senkronize çalışıyor. 35.000 km irtifada, hep aynı yöne bakan ve çok sık veri alabilen meteorolojik amaçlı yer sabit uyduları ise atmosferi izlemeye yönelik kullanılıyor. Bunların haricinde, çok yüksek irtifada bulunan haberleşme uyduları ile Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) Mars'ı izleyen uydu sistemleri gibi diğer gök cisimlerini izleyen uydu sistemleri de bulunuyor.

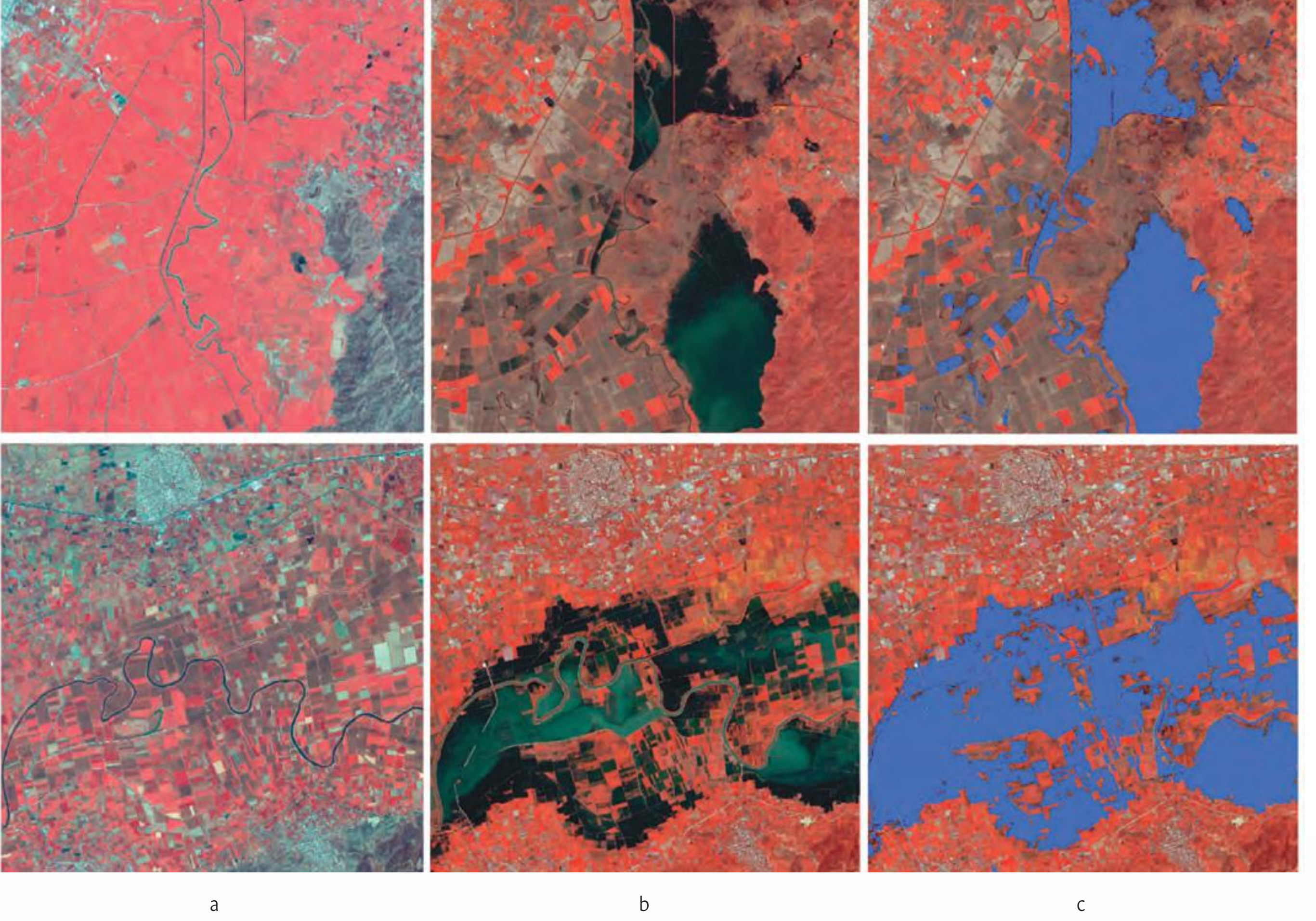
Geomatik mühendisliğinde veri toplamak için hem yersel ölçüm sistemleri hem de uzaktan algılama olarak değerlendirilen havadan ya da uzaydan ölçüm yapabilen sistemler kullanılıyor. Uzaktan algılama Prof. Dr. Sertel'in de çalıştığı konu. Yer yüzeyine ya da ilgili cisme dokunmadan onunla ilgili ölçüm yapabilen sistemler uzaktan algılama sistemi olarak tanımlanıyor. Ölçüm yapan aygıt bir insansız hava aracı (İHA) da olabilir, üzerinde özel kameralar ve algılayıcı sistemler bulunan uçaklar veya uydular da olabilir. Çok çeşitli veri toplama sistemlerinin bulunduğunu belirten hocamız, veriler toplandıktan sonra bu verileri analiz edip değerlendirdiklerini, veriyi işleme sonrasında özellikle mekânsal analizlerde coğrafi bilgi sistemlerinin devreye girdiğini belirtiyor.

"Görünmeyeni Görünür Yapmak"

Prof. Dr. Sertel farklı dalga boyu aralıklarında alınan uzaktan algılama görüntülerinin analizleriyle ilgili bilgi verirken uzaktan algılama sistemlerinin aslında gözümüzün yaptığını yapmaya çalıştığını söylüyor. Gözümüzle uzaktan bakıp gördüğümüz görüntünün beynimizde üç boyutlu modellendiğini belirtiyor. Fakat elektromanyetik spektrumun tamamı düşünüldüğünde gözümüzün görebildiği bölge çok kısıtlı, sadece görünür bölgeyi algılayabiliyoruz. Ancak teknoloji ile geliştirilen algılayıcıların elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinden de bilgi toplayabildiğini, dolayısıyla da görme yoluyla elde edemeyeceğimiz bilgileri algılayıcılarla edinmenin mümkün olduğunu öğreniyoruz. Örneğin termal kameralardaki algılayıcılar elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesinden veri alıyor ve bu veriler görselleştiriliyor. Prof. Dr. Sertel gözümüzle göremeyeceklerimizi bu algılayıcılarla görülebilir kılmanın mümkün olduğunu belirtiyor.

Tarımsal üretim ve arazi planlamasında uzaktan algılama yöntemlerini kullanmak için farklı ölçeklerle çalışmak gerektiğini söyleyen hocamız sözlerine şöyle devam ediyor: "Örneğin bir ülkenin tamamına bakıldığında problem daha farklı ve daha büyük oluyor. Bu nedenle uydulardan yararlanmak kaçınılmaz. Örneğin ülkemiz yaklaşık 800.000 km^2 ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) kanalıyla Sentinel gibi farklı uydulardan sağlanan verileri kullanıyor. Ancak daha spesifik örneğin bir tarla özelinde ya da civar tarlalarla ilgili bilgiye ulaşmak için de genellikle İHA'lar ya da drone'lardan faydalanılıyor. Ayrıca bu konuda çeşitli özel çözümler sunan dünya çapında şirketler de bulunuyor."

Tarımla ilgili çalışmalarda veri alma sıklığına bağlı olarak uydular, uçak bazlı sistemler ve İHA-drone sistemleri kullanılıyor. Örneğin Sentinel uydusundan altı günde bir veri alınıyor. Veriler zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde bitkilerin büyümesini izlemek, ürünlerde bir hastalık olup olmadığını tespit etmek ve yıllık ürün tahmininde bulunmak mümkün oluyor.



a b c

Uydu Görüntülerine Erişim

Prof. Dr. Sertel'le söyleşimize uydu görüntülerine erişimle ilgili verdiği bilgilerle devam ediyoruz. Hocamız uydu görüntülerine erişim için ülkelerin uzay ajansları tarafından sunulan farklı programlardan yararlanıldığını söylüyor. Örneğin, Avrupa Birliğinin Avrupa Komisyonu ve ESA tarafından yönetilen yeryüzü inceleme programı Copernicus kapsamında, Sentinel uydu verilerine ücretsiz erişim olduğunu öğreniyoruz. Çok detaylı verilere ihtiyaç duyulduğunda ise yüksek çözünürlüklü uydulardan alınan verilerin kullanılması gerekiyor.

NASA'nın ücretsiz erişimi olan programlarının bir kısmı doğrudan yer gözlemi için, bir kısmı ise atmosferi gözlemleyerek karbondioksit miktarını bulma ya da hava kirliliği tespiti için, bazısı da yer altına yönelik gravimetrik ölçümler için kullanılıyor.

Yüksek çözünürlüklü uyduların birçoğu ticari getirisinden dolayı ücretli. Belirli bir bölgeye yönelik yüksek çözünürlüklü görüntülerin genellikle ücretli olduğunu belirten hocamız araştırmaya yönelik olarak özellikle de son 3-4 yılda yapay zekâ algoritmaları için paylaşılan hem yüksek çözünürlüklü hem de ücretsiz çok farklı veri setleri olduğunu da hatırlatıyor. Araştırma amacıyla kullanılacak yüksek çözünürlüklü uydulardan alınacak görüntüler ücretsizken aynı verilerin ticari bir amaç için kullanılması söz konusu olduğunda ücret ödemek gerekiyor. Yani bu noktada kullanım amacı önemli bir etmen.

Prof. Dr. Sertel, matris şeklinde temsil edilen uydu görüntülerinin dijital formatta olduğunu ve bu görüntülerden bilgi üretilirken dijital görüntü

işleme yöntemlerinin kullanıldığını belirtiyor. Bu işleme süreçlerinde yararlanılabilecek açık kaynak kodlu kütüphanelerin ve yazılımların varlığından ve son 5-6 yıldır gerek bilimsel çalışmalarda gerekse çeşitli uygulamalarda yapay zekâ yöntemlerinin daha ön planda olduğundan söz ediyor. Ayrıca uydu ya da İHA görüntülerinden yapay zekâ yöntemleri ile bilgi elde etmenin giderek yaygınlaştığını da vurguluyor. Bir modeli ilk kez eğitip yapay zekâ algoritmasını oluşturduktan sonra yeni görüntülerden otomatik olarak bilgi çıkartılabildiğinin ama her amaca yönelik olarak farklı modellerin geliştirilmesi gerektiğinin de altını çiziyor.

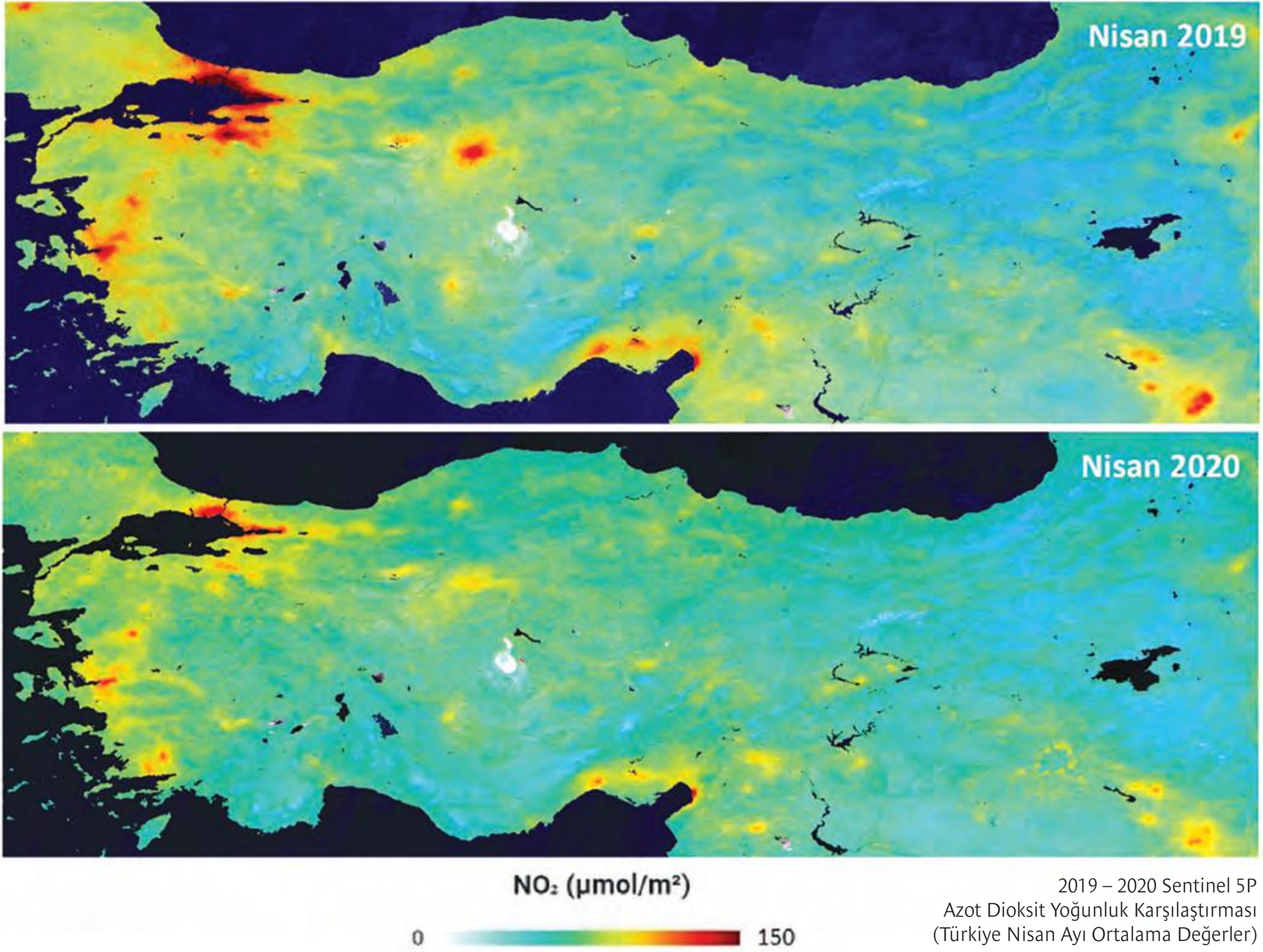
Bu arada hocamızdan ülkemizdeki coğrafi veri tabanları hakkında da bilgi alıyoruz. Ulusal coğrafi bilgi sistemleri arasındaki en büyük veri tabanlarından biri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne ait. Bu coğrafi veri tabanına e-devlet şifresi ile giriş yaparak ulaşmak ve örneğin parselinizin etrafında neler olduğuna dair bilgiler gibi verilere erişmek mümkün. Tarım Bakanlığının coğrafi veri tabanı ise çiftçilerin beyanlarını kontrol etmek için kullanılıyor ve bunlara göre çiftçilere destek ödemeleri yapılıyor. Ayrıca İstanbul Büyükşehir Belediyesinin "Şehir Rehberi" adlı sistemine ve TÜBİTAK-UZAY tarafından tasarlanan RASAT uydusunun görüntülerinin bulunduğu "Gezgin" isimli sisteme de erişim mümkün.



Değişim Analizi

İklim Değişikliği İzlenebilir mi?

Prof. Dr. Sertel iklim değişikliğinin uzaktan algılama yöntemleriyle izlenebilmesi ya da bu konuda yorum yapılabilmesi için uzun yıllara ait verilerin kullanılması gerektiğini belirtiyor. Çünkü iklimin beklenen bir doğal değişkenliği olduğunu, örneğin yaz aylarının uzun yıllar boyunca gözlenen sıcaklık ortalamasının belli olduğunu ve ancak son yıllardaki değerler bunun üstüne çıkmaya başladığında bir ısınmadan söz edilebileceğini belirtiyor. Bu bilgiye ulaşmak için de uzun bir sürece ait, genellikle 30 yıllık, verilere ihtiyaç duyuluyor. Bu verilerin büyük bir kısmı meteorolojik istasyonlardan geliyor. Ayrıca atmosferik ve meteorolojik anlamda bilgi toplayan uydular da mevcut. Hocamız bu uydulardan bahsederken ABD'nin ilk uydularının meteorolojik uydular olduğunu belirtiyor ve bunların 1970'lerden beri veri sağladığını söylüyor. Yani sıcaklık değişimleri ve bulut hareketlilikleri gibi bilgiler uydular aracılığıyla elde ediliyor. Bunun haricinde özellikle kutupları izleyen uydular da yer alıyor. Yine iklim değişikliği ile ilgili olarak, buzulların erime hızının ve hareketliliğinin izlenmesi gerektiğine dikkat çekerek kutuplarda genel olarak havanın yağışlı ve kapalı olduğu zamanlarda optik uydu sistemlerinden alınan verilerden bilgi üretmenin zor olduğu, o zaman da radarla inceleme



2019 – 2020 Sentinel 5P
Azot Dioksit Yoğunluk Karşılaştırması
(Türkiye Nisan Ayı Ortalama Değerler)

yapılması gerektiğini belirtiyor; ayrıca NASA'nın kutupları izlemek için fırlattığı uydular olduğundan söz ediyor. Bunun dışında, pek çok uyduya termal algılayıcılar eklenip deniz ve yüzey sıcaklığı gibi ölçümlerin yapıldığından, pek çok yer gözlem uydusuyla arazilerdeki değişime bakıldığından da bahsediyor. Çünkü iklim değişimini etkileyen en önemli faktörlerden biri şehirleşmenin artmasıyla oluşan şehir ısı adaları. Şehir merkezlerinde sayısı artan binalar Güneş'ten gelen enerjiyi önce soğurup sonra da geceleri ısı olarak yaydıkları için, şehirler kırsal alanlara göre daha sıcak oluyor. Dolayısıyla, farklı uydulardan gelen farklı veriler bir araya getirilip incelendikten sonra iklim değişikliği hakkında yorum yapmanın daha doğru olacağını belirtiyor.

İyi Tarım Uygulamalarında Uzaktan Algılama

İyi tarım uygulamalarında uzaktan algılama çok büyük alanlardan ziyade tarlalar özelinde kullanılıyor. Uydu görüntülerine ek olarak, drone ya da İHA görüntüleri de tarım alanlarının sürekli izlenmesinde büyük önem taşıyor. Bu bilgiler sayesinde ürün verimine ya da bölgede bir hastalık ya da böceklenme olup olmadığının tespitine yönelik bilgiler edinilebiliyor.

Hocamız tarımla ilgili çalışmalarda veri sıklığı önemli olduğu için son zamanlarda uydu filosu denilen çok

sayıda daha küçük uydu kullanılarak sürekli veri toplama yönteminin yaygınlaştığını anlatıyor. Özellikle ürünün tarlada olduğu dönemde mümkün olduğunca sık izlenmesi gerektiğinden söz eden Prof. Dr. Sertel bu şekilde modelleme için daha güvenilir veri elde edildiğini de vurguluyor. Ekinlerde bir hastalığın olup olmadığının tespiti, iyi tarım uygulamaları ve gübreleme faaliyetleri için sıklıkla veri almak son derece önem taşıyor.

Prof. Dr. Sertel tarımsal alanlarda verimi tahmin ederken çeşitli modeller kullanıldığını belirtiyor. Bu nedenle de uzaktan algılama her şeyin anahtarı gibi düşünülse de verim tahmin ederken sadece uydu görüntülerinin yeterli olmadığını belirtiyor. Kullandıkları modellerin kalibrasyonu için bazı bölgelerle ilgili bilinen verim değerlerine, diğer bir deyişle yersel ölçümlere de ihtiyaç duyulduğundan söz ediyor. Bu bilgilerle beraber uydu görüntüleri de kullanılarak doğru sonuca ulaşmak mümkün oluyor.

Tuzluluk Tespitinde Uzaktan Algılama

Prof. Dr. Sertel'in uzun zamandır üzerinde çalıştığı konulardan biri de günümüzün önemli problemlerinden biri olan toprak tuzlanması. Özellikle hem hava koşulları hem de çiftçilerin yanlış uygulamalarından dolayı nispeten kurak bölgelerde bu problem daha sık yaşanıyor. Prof. Dr. Sertel kuraklık nedeniyle tarım alanlarını sulama amaçlı çok fazla yer altı suyu kullanımının, toprak tuzluluğunun nedenlerinden en önemlisi olduğunu belirtiyor. Örneğin, Tuz Gölü çevresinde, Ege Bölgesi'ndeki bazı tarım alanlarında ve Harran'da görülen önemli problemlerden birinin bu olduğunu söylüyor. Kendisinin tuzlulukla ilgili yaptığı çalışmalar büyük alanları kapsayan daha çok akademik çalışmalar. Örneğin ilk çalışmaları Tuz Gölü ve çevresiyle ilgili. Bu çalışmalarda hem yersel ölçümlerin hem de uydu görüntülerinin olması gerektiğini ve ancak bu bilgilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesiyle söz konusu alanın tuzluluk haritasının ortaya çıkarılmasının mümkün olduğunu belirtiyor. Bu nedenle kendi çalışmalarının tamamında hem yersel ölçümleri hem de uydu görüntülerini kullanıyor. Ancak bu şekilde bir alan için "çok tuzlu", "orta derecede tuzlu" ya da "tuzlu değil" denilebileceğini vurguluyor. Yersel ölçümlerle uydu görüntülerinin birlikte değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemler kullanılıyor. Son yıllarda makine öğrenmesi tekniklerinin çok fazla kullanılmaya başlandığını, hatta yapay zekâ ve derin öğrenme yöntemlerine de artık başvurulduğunu belirtiyor.

Prof. Dr. Sertel'in tuzlulukla ilgili problemin çözülemediği alanlar için önerisi ise ilgili bölgelerde tuzluluğa dayanıklı bitkiler yetiştirmek. Çiftçileri bilinçlendirmek, onlara eğitim vermek ve karar mercilerinin gerekli adımları atması da diğer önerileri. Bu noktada, İran'da bulunan ve çevresinde çok fazla tarımsal aktivite yapılan Urmiye Gölü'nü örnek veriyor. İnsan kaynaklı etkilerin tuzluluk probleminde en büyük faktörlerden biri olduğunu, diğer önemli bir faktörün ise iklim olduğunu vurguluyor. Çok sıcak iklimlerde buharlaşmanın çok fazla olması tuzluluğu tetikliyor. Tuzluluk verimi düşürüyor, hatta bazı durumlarda hiç verim alınamıyor.

Arkeolojik Alanların Tespitinde Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama ile arkeolojik alanların tespiti de yapılabiliyor. Hatta bu amaçla daha çok yüksek çözünürlüklü görüntü ya da hava fotoğrafları kullanılıyor. Ancak Prof. Dr. Sertel örneğin İzmit yakınlarında üstü sonradan şehirleştiği için toprak altında kalan bir arkeolojik alanın uzaktan algılama ile tespit edilemeyeceğini belirtiyor. Efes Antik Kenti ya da üst yüzeyine müdahale olmamış bir arkeolojik alanın tespitinde ise uzaktan algılamanın yaygın olarak kullanıldığını söylüyor. Hatta ABD'nin ilk olarak casusluk

amaçlı gönderdiği, daha sonra ise verilerini açık hâle getirdiği CORONA ve HEXAGON isimli uyduların hava fotoğrafına çok benzer çözünürlükte (1 metre altında) bilgi toplayabildiğini belirtiyor. Özellikle geçmişle ilgili bilgi toplamak için bu uydu sisteminin görüntülerinin kullanıldığını da sözlerine ekliyor. Yani arkeoloji, uzaktan algılamanın önemli kullanım alanlarından biri.

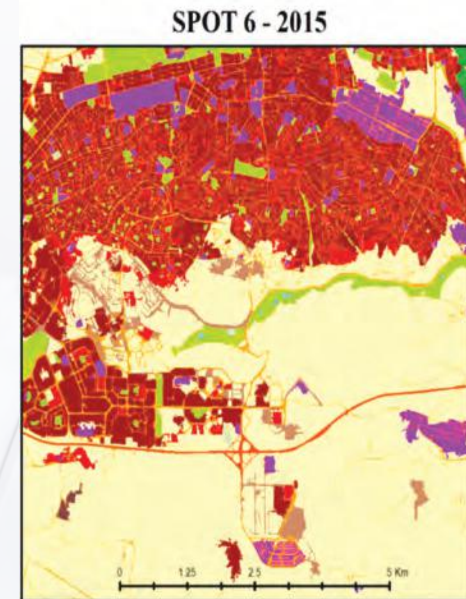
Çevre Kirliliğinin İzlenmesinde Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama yöntemlerinin kullanıldığı diğer bir alan ise çevre kirliliği. Atmosfer kirliliğinin hem sağlığımıza hem de iklim değişikliğine etkileri olduğunu belirten Prof. Dr. Sertel, atmosferdeki karbondioksit ya da kükürt dioksit miktarını ölçebilen uydu sistemleri geliştirildiğini; örneğin Copernicus programına dâhil olan Sentinel 5 ve Sentinel 5P uydularının hava kalitesi, ozon tabakasının durumu ve karbondioksit miktarı gibi konularda veri sağladığını söylüyor. Su kirliliğini izlemek için de çeşitli algılayıcılardan gelen verileri kullanarak kirleticilerle ilgili bilgileri edinmek mümkün. Gerek hava kirliliği gerekse su kirliliğini izlemek için çok farklı uydu sistemleri mevcut ve yaygın olarak kullanılıyor.

Şehir Planlamasında Uzaktan Algılama

Uzaktan algılamanın şehir planlamasında da uygulamaları var. Ancak bu uygulamalar için geçmişten bugüne durumun ne olduğunu bilmek gerekiyor. Bu amaçla arazi örtüsü/kullanımı haritası dediğimiz haritalar kullanılıyor. Uydu görüntülerinin çeşitli yöntemlerle değerlendirilmesi sonucunda yerleşim alanlarını az yoğun, orta yoğun ve çok yoğun gibi kategorilerde sınıflandırmak ve haritalamak mümkün. Böylece uydu görüntüleri kullanılarak ilgili alanın özelliklerini gösteren arazi örtüsü ve kullanım haritaları oluşturuluyor. Hocamız bu haritaların geçmişe yönelik olarak (örneğin beş yıllık aralıklarla) çıkarılması sonucunda geleceğe yönelik tahminlerin de yapılabildiğini, dolayısıyla şehir planlaması çalışmalarında da 2 metre ya da daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanıldığını belirtiyor. Böylece şehir alanlarının dağılımı, ulaşım ağları, şehir içi yeşil alanlar, nüfus yoğunluğu ve karbon hesaplamaları gibi konularda uydu görüntüleriyle oluşturulan arazi örtüsü/ kullanım haritaları sayesinde çok detaylı bilgiler elde edilebiliyor.

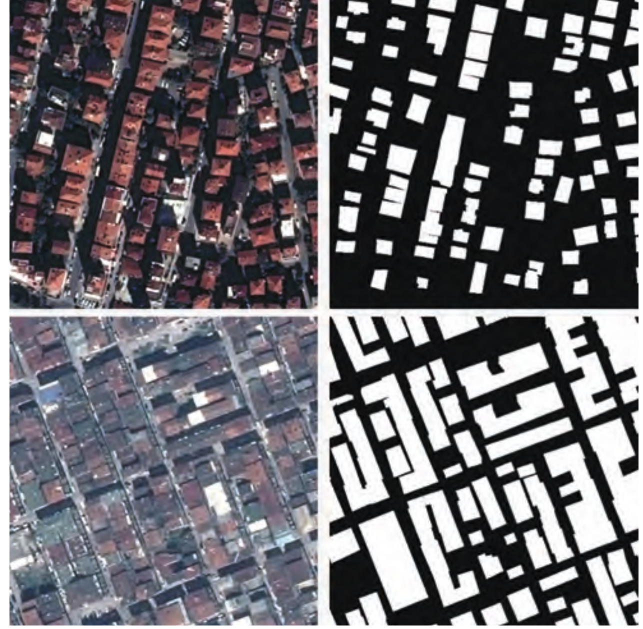




Gaziantep Arazi Örtüsü/Kullanımı Haritası ve Değişim Analizi

Yapay Zekâ, Derin Öğrenme, Makine Öğrenmesi ve Uzaktan Algılama

Uydu görüntülerinden Yapay Zekâ kullanarak otomatik bina çıkarma



Etiketlenmiş veri

Uzaktan algılamada kullanılan yöntemlerde zaman içinde görüntülerin ya da boyutların değiştiğini belirten Prof. Dr. Sertel, günlük uydu verilerinin terabyte ve petabyte seviyesinde olabildiğini, ayrıca sürekli yeni görüntüler algılandığı için, zamana bağlı bazı çalışmalarda tek bir görüntüden bilgi almanın pek anlamlı olmadığını söylüyor. Bu noktada büyük veri ve yapay zekâ devreye giriyor. Çünkü bu verilerden çeşitli modeller üretilip yapay zekâ tabanlı algoritmalar geliştirildiğinde, yeni bir görüntüyü modele sunup onun hakkında hemen çıktı almak söz konusu olabiliyor. Dolayısıyla görüntü işlemede yapay zekâ çok yaygın olarak kullanılıyor. Ancak bunun için "etiketlenmiş veri seti" denilen referans veri setine de ihtiyaç duyuluyor. Böyle bir veri setini oluşturmak için de bir süreç gerekiyor. Referans veri seti az ise makine öğrenmesi temelli yöntemlere de başvurulabiliyor. Bir diğer yeni yaklaşım ise yapay zekâ kapsamında değerlendirilen zayıf kontrollü öğrenme. Prof. Dr. Sertel'in şu an çalıştığı konulardan biri de bu. Fakat hâlihazırda yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknikleri uydu görüntülerinin ya da farklı hava platformlarından elde edilen görüntülerin bilgiye dönüştürülmesinde çok yaygın olarak kullanılabiliyor. Hocamız otomatikleştirme adına makine öğrenmesi ve yapay zekâ algoritmalarının bilimsel araştırmalar ve çeşitli uygulamalarda çok önemli yer tuttuğunu da sözlerine ekliyor.





Yapay zekâ ile görüntüden otomatik olarak binaların bulunması (kırmızı çizgiler bina sınırları)

Bakirman, T., Komurcu, I. & Sertel, E., (2022) Comparative analysis of deep learning-based building extraction methods with the new VHR Istanbul dataset, Experts Systems with Applications, vol. 202, 117346



Gençlere…

Prof. Dr. Sertel'in ilk tavsiyesi akademisyen olmak isteyen gençlere. Meraklı olmanın pek çok disiplin için büyük önem taşıdığını ama akademisyenlik için vazgeçilmez bir öge olduğunu belirtiyor. Çünkü merak etmek araştırma yapmayı tetikliyor, araştırma yapmak da yeni şeyler bulup yeni yöntemler geliştirmeyi beraberinde getiriyor, böylece kaliteli işler ortaya çıkıyor. Gençlerin sürekli bir merak duygusuyla çevrelerinde olup biteni sorgulayıp araştırmalarını tavsiye ediyor. Bu durumun akademisyenler için olduğu kadar özel sektörde AR-GE bölümlerinde çalışan araştırmacılar için de geçerli olduğunun altını çiziyor.

Hocamızın diğer önemli tavsiyesi ise yabancı dil ile ilgili. Kendisinden örnek vererek İngilizceyi iyi derecede bilmesinin çok fazla avantaj sağladığını söylüyor. Bu sayede araştırmalarını uluslararası konferanslarda ve toplantılarda sunup farklı araştırmacılar ile fikir alış verişinde bulunabildiğinden, uluslararası akademisyenlerle paylaşmak üzere makaleler yazabildiğinden ve güncel teknolojik gelişmeleri takip edebildiğinden söz ediyor. Ayrıca, AB projelerini değerlendirmek üzere görev aldığı toplantılarda da İngilizceyi etkin konuşuyor olmanın çok yararını gördüğünü ekliyor.

İlgi duydukları ve sevdikleri alana yönelmeleri de hocamızın gençlere diğer bir tavsiyesi. İlgi duyulan bir alanda çalışmanın üretkenliği arttırdığını, üniversite sınavı tercihlerinde de bunun mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğine inanıyor. Mühendis olmayı tercih eden gençlere de özellikle teknolojiyi takip etmelerinin önemini hatırlatıyor.

Prof. Dr. Sertel, araştırma yapılan konudaki güncel durumun çok iyi analiz edilmesi sonrasında mevcut durumdaki eksiklikleri ya da boşlukları iyice anlayıp "Bu konuda ne yapabilirim?" demek gerektiğine inanıyor. Yeniliklerin ancak bu yolla geleceğini vurguluyor.

Bilim ve Teknik İçin Ne Dedi?

"*Bilim ve Teknik* dergisini ortaokuldayken de lisedeyken de düzenli olarak alır ve okurdum. Dergideki soruları çözmeye çalışırdım. *Bilim ve Teknik* dergisi çok köklü bir dergi. Dergide güncel konulara yer veriliyor, dünyada bilim ve teknoloji alanında yapılan yenilikler yalın bir dille aktarılıyor. Gençlerin derginizi takip ederek büyük fayda sağlayacağını düşünüyorum.".

Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Elif Sertel'i aldığı ödülden dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için kendisine çok teşekkür ediyoruz. ■

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Leonardo da Vinci'nin Çalışmaları

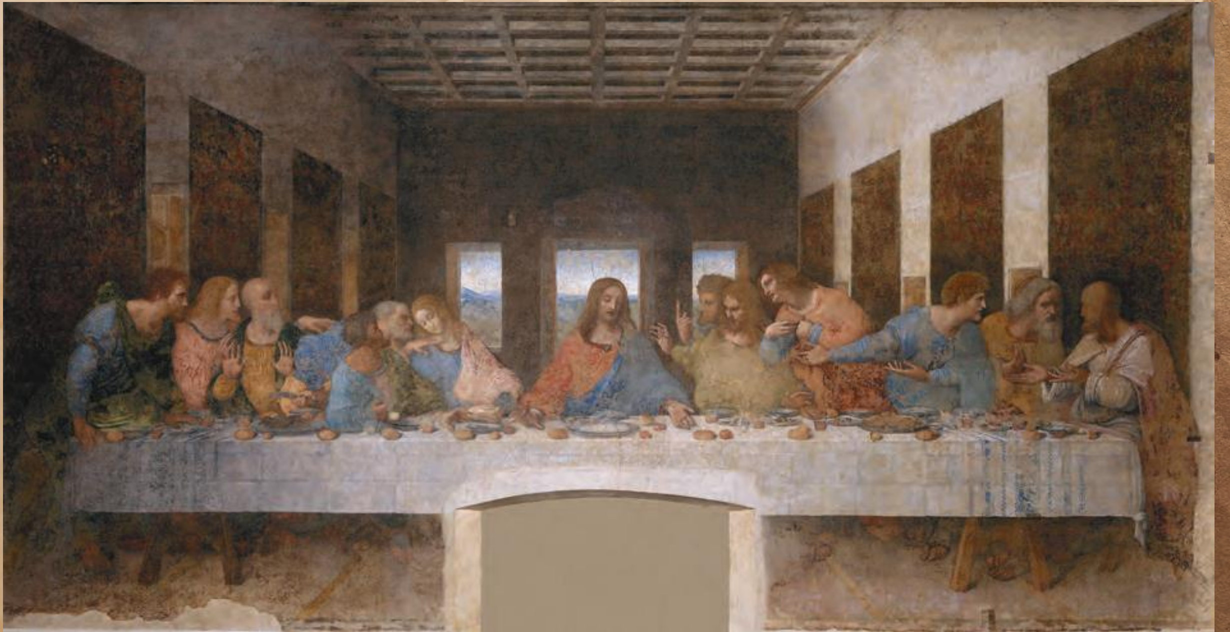
Batı Orta Çağı'nın bitimi olarak görülen Rönesans Dönemi, aynı zamanda bilim ve düşünce tarihinde yeni başlangıçların da hayata geçirildiği bir zaman dilimidir. Bu dönemin simge isimlerinin başında Leonardo da Vinci (1452-1519) gelir. Rönesans; bilimde, felsefede ve sanatta gözlemin ve deneyin ışığında araştırma yapmanın önemsendiği bir dönemdir. Doğa hakkında neredeyse yok denecek kadar az bilgi olduğunun anlaşılmasıyla başlatılan bu entelektüel tavrın ilk önemli temsilcisinin Leonardo da Vinci olması da bir tesadüf değildir.



Leonardo da Vinci

Ressam Olarak Leonardo da Vinci

Da Vinci bilim, felsefe ve sanat alanlarına yoğun ilgi göstermişti. Hem bir doğa filozofu hem de bir ressam olarak tarihte haklı bir tanınırlık kazandı; ona göre resim yapmak sadece bir sanat değil, aynı zamanda doğanın gizlerini açığa çıkarmak için başvurulması gereken bir bilimdi. Resimlerinde dikkat çeken renk, ışık ve kompozisyon kullanımı; onun insanı, doğayı ve evreni son derece detaylı gözlemlediğini gösteriyor. Da Vinci, gözlemin önemine dikkat çekmek için ressamın zihnini aynaya benzetmiş, doğada gördüklerini zihnine kazımayan bir sanatçının yetkinleşmesinin mümkün olmadığını belirtmişti. Bu bakış açısıyla resim yapmanın perspektif bilmeyi gerektirdiğini, bunun için de gözün işlevinin ayrıntılarıyla bilinmesinin şart olduğunu ileri sürdü. Bu yüzden gözün detaylı çizimlerini yaptı. Göz, gözlem, ışık, renk ve perspektif derken ünlü ressam sonuçta, resim yapmak için gereksinim duyduğu perspektif bilgisini edinebilmek için optik bilimiyle de ilgilenmesi gerektiğini kavradı. Bu kavrayışı, ona ihtiyaç duyduğundan fazlasını sağlayarak optik disiplinine katkı yapacak duruma gelmesine fırsat tanıdı.



Doğa Bilgini Olarak Leonardo da Vinci

Gözlem yapmayı hem sanatçının hem de bilim insanının bilgi edinme aracı olarak gören Da Vinci, ışık ve renk konusundaki bilgilerinin önemli bir kısmını İbnü'l-Heysem'den (965-1037), el becerisi gerektiren araç gereç yapımını ise birlikte çalıştığı heykeltıraş Verrocchio'dan (1435-1488) edindi. Heykeltıraşın atölyesinde resim sanatı ve tekniği konusunda kendini geliştiren Leonardo, aynı zamanda mercek yontma işini de öğrendi ve ince kenarlı mercekler üretti. Bu tür merceklerin ışık ışınlarını bir noktaya toplama özelliğini fark etmesi üzerine bu merceklerle benzer işlevi olan çukur aynaları yakından incelemeye başladı. Yansıma konusunda edindiği birikime dayanarak farklı ayna türlerinde yansıma yasasının nasıl işlediğini sorguladı. "Olguların birliği" diye ifade edebileceğimiz bir ilkeye dayanarak doğada gözlemlediği farklı olgular arasında analojiler kurarak ışığın aynada yansımasıyla sesin yankılanması arasında koşutluk kurdu.

Çevresindeki olaylarla olgulara karşı merak ve ilgisi bitmeyen da Vinci, ışık üzerine çalışmalarını daha da derinleştirerek durgun suya bırakılan taşın oluşturduğu dalgalara benzer bir hareketin ışığın yayılımında da geçerli olduğunu ileri sürdü. Işığın dalga şeklinde yayıldığı sonucuna varan Leonardo, doğada olup biten her şeyin birbiriyle ilintili olduğuna, kısacası doğanın birliğine hükmederek evrendeki her türlü yayılımın dalga biçiminde gerçekleştiğini savundu.



Işık konusunda bu denli çalışmasının nedeni resim sanatında kullandığı perspektife duyduğu meraktır. Işığın nesneler üzerine düşmesiyle oluşan algılama biçimlerini incelemesi ve bu yoldan gölgeleri analiz etmesi de bu durumun bir sonucudur. Bu konuya ilgisi sonucunda gölgelerin içinde farklı keskinlikte (soluk ve belirgin) çizgilerin bulunduğunu, yani saçaklanmaların meydana geldiğini gözlemleyebilmesi erken bir bilimsel keşiftir. Çünkü gölgelerde saçaklanmaların oluştuğunu fark etmesi, ışığın doğasının dalga nitelikli olmasının keşfinden başka bir şey değildir. Bu olgu ancak 19. yüzyılda tam anlamıyla anlaşılacaktır.

Da Vinci, renklerin oluşumu ve karanlık odada görüntünün nasıl meydana geldiği konularında da çalıştı. Bununla birlikte, ışığın kırılmasına ilişkin sadece bilinenleri tekrar etmekle yetindi.

Mühendis Olarak Leonardo da Vinci

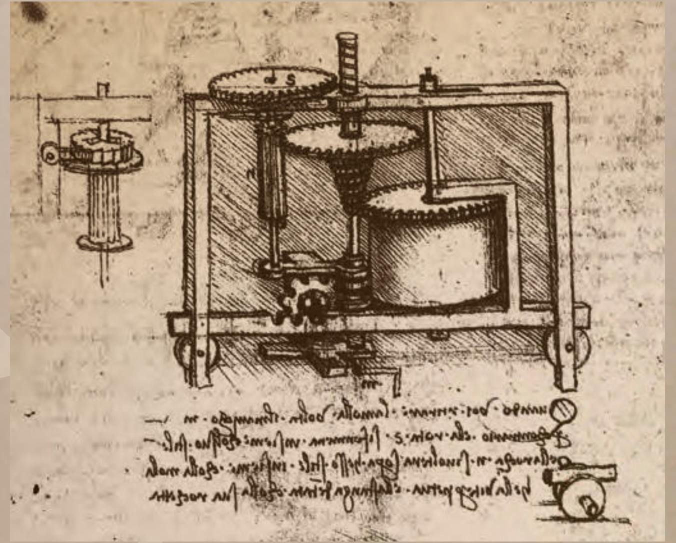
İnsan anatomisi de dâhil olmak üzere doğayı bütünsel olarak gözlem konusu yapan Leonardo, uçmaya ilişkin edindiği bilgiler sayesinde uçmayı sağlayacak mekanizmaların oluşturulması üzerinde durdu. Bu konuya ilgisi, basit bir merak duygusu olarak kalmadı ve mekanik aletler tasarlayan bir mühendis olmasına yol açtı. Doğayı gözlemlemenin gerekliliğine duyduğu inanç, rüzgârın ve suyun muazzam gücünü tanımasını sağladı. Leonardo, buradan yola çıkarak havanın kaldırma gücünü kuşların nasıl kullandığını araştırarak bu güce dayalı makineler geliştirdi. Hava konusunu bütünüyle gözlem ve deneyin

ışığında inceleyen ve bir mühendis bakış açısıyla ele alan Leonardo; kuşların kanat çırpışlarını, sahip oldukları farklı yapıdaki tüylerin işlevlerini, aerodinamik yapılarını, havada nasıl dengede kaldıklarını, yere inerken kuyruklarını nasıl kullandıklarını vb. dikkatlice gözlemledi ve çizimler yoluyla görselleştirdi. Paraşüt, helikopter ve detaylı kanat çizimleri onun mühendislik yeteneğinin kanıtlarından birkaçıdır.

Doğada gözlemlediklerine ilişkin oluşturduğu yeni bakış açısıyla teknoloji tarihinde yeni bir dönemi başlatan Leonardo'ya göre, "Doğa en büyük öğretmendir!". Doğa detaylı bir şekilde gözlemlendikçe insanlar öğrenecek, insanlar öğrendikçe de insanlık gelişecektir. Doğadan öğrendiklerini insanlığın gelişmesi için kullanması gerektiğine inanan Leonardo, bu inancını gerçekleştirmek için mühendislik becerilerine dayanarak tasarımlar yaptı. Hatta tasarımlarını uygulamaya dökmek üzere imkânlar ararken dönemin büyük devletlerinden biri olan Osmanlı İmparatorluğu'ndan da yardım istedi. 1503 yılında Osmanlı Sultanı II. Beyazıt'a yazdığı bir mektupta Haliç'in üzerine yapmayı tasarladığı bir köprünün yanı sıra gemilerdeki suyu tahliye edecek bir su çarkından ve bir yel değirmeninden söz etti ancak önerisi kabul edilmedi.

Leonardo'nun dikkat çeken bir diğer yönü de yazılarını ayna görüntüsü biçiminde kaleme almasıdır. Binlerce sayfaya ulaşan el yazmaları incelendikçe büyük bir sanatçı ve mühendis olduğu kadar özellikle optik konusunda kuramsal bilgisi bulunan bir bilim insanı olduğu da anlaşıldı.

Gelecek sayıda Johannes Kepler ve gezegen yörüngelerinin elips olduğunun keşfi konusundaki çalışmaları ele alacağız. ■



Kaynaklar

Capra, F., *Da Vinci'nin Bilimi Rönesans'ın Büyük Dehasının Zihninde Bir Gezinti*, Çeviren: Kıvanç Tanrıverdi, İstanbul: Optimist Yayınları, 2009.

Charles, N., *Leonardo da Vinci, The Flights of the Mind*, London: Penguin Books, 2005.

Kemp, M., *Leonardo*, Çeviren: Handan Balkara, Ankara: Dost Kitabevi, 2007.

Leonardo da Vinci, "Ressamın Defterinden", Ressamın Temel İlkeleri, Çeviren: Enis Batur, *Rönesansın Serüveni*, Ed. Nurettin Pirim, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul 2005.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Ankara: Pegem Akademi, 2014.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

White, M., *Leonardo İlk Bilgin*, Çeviren: Ahmet Aybars Çağlayan, İstanbul: İnkılâp Kitabevi, 2001.

Sarton, G., Leonardo da Vinci (1452-1519), D. Stimson, & D. Stimson (Dü.) içinde, *Sarton on the History of Science* (s. 121-148), Cambridge, Massachusetts: Harvard University, 1962.

Vezzosi, A., *Leonardo da Vinci, Evren Bilimi ve Sanatı*, (N. Başer, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2005.

Doğa
Fauna

Fizalya

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*





Dünya denizlerinde zehir etkisi çok yüksek bazı canlılar yaşar. Bunlardan biri de Hidralar sınıfının, Sifonoforlar takımına ait fizalyadır.

Atlantik Okyanusu, Pasifik Okyanusu, Hint Okyanusu, Karayipler ve Sargasso Denizi'nde su yüzeyinde ve yüzeye yakın yerlerde yaşar. Özellikle Sargasso Denizi'nin ılık sularında yaygındır. Fizalyanın vücudunun üst kısmı Portekizlilerin yelkenli savaş gemilerine benzediğinden bu türe Portekiz savaşçısı/askeri de denir.

Fizalya büyük bir torba biçimindedir. Vücudunun üst kısmı kapalı bir torba şeklinde büyümüş, gazla dolu bir yapıdır. Aslında aktif olarak yüzemez, hareketlerini rüzgâr ve akıntı belirler.

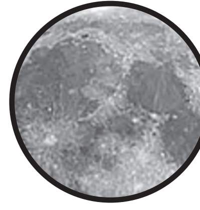
Fizalya her ne kadar denizanasına benzese de aslında yüzen bir hidrozoandır. Bunlar birçok küçük birimden oluşan, koloni hâlinde yaşayan organizmalar olarak da bilinir.

Bazıları küçük, bazıları büyük olmak üzere iki farklı yakıcı hücreleri (knidositler) vardır. Bu hücreler, fizalya kıyıya vurduktan sonra bile uzun süre etkinliklerini korur. Bu yüzden kıyıda bile herhangi bir temas zehirlenmeye yol açabilir. Zehrini avını yakalamak ve kendini savunmak için kullanır. 150-300 cm kadar olabilen dokunaçlarıyla avlarını yakalar. Genel olarak küçük balıklar, karidesler ve diğer küçük deniz canlıları ile beslenir.

03 Eylül
İlk dördün



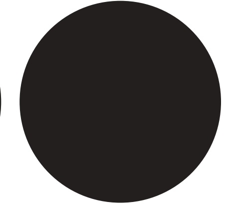
10 Eylül
Dolunay



18 Eylül
Son dördün



26 Eylül
Yeni ay



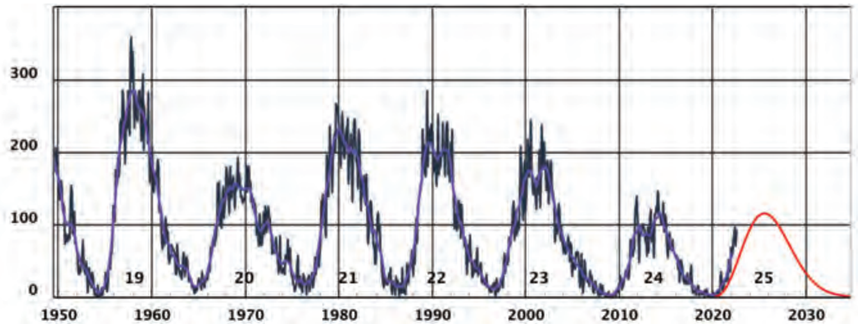
Prof. Dr. Faruk Soydugan
[*fsoydugan@comu.edu.tr*

Aktif Güneşli Günler

Etrafında yaşadığımız Güneş en iyi bildiğimiz yıldız olmasına karşın hâlâ çok sayıda bilinmeyeni bulunuyor. Gökyüzünde her gün gördüğümüz ve çoğu insan için sıradanlaşan görüntüsüyle Güneş'in, içinde yaşadığımız sistemin ana karakteri olduğunu unutmamamız gerekiyor. Güneş'in bizim yıldızımız olması yanında, gök adamızda Güneş benzeri çok sayıda yıldızın olması hakkında yapılan araştırmaları astrofizik açısından önemli kılıyor. Yüzeyini ayrıntılı gözleyebildiğimiz tek yıldız olan Güneş, yıldız astrofiziği araştırmalarında referans bir yıldız olarak kullanılıyor. "Güneş'in aktivitesi" kavramı, çok daha yüzeysel de olsa, neredeyse teleskobun gökyüzüne çevrildiği tarihlerde ortaya çıkmaya başladı. 400 yıldan daha uzun süredir Güneş'in yüzeyinin homojen olmadığını ve değişimler gösterdiğini biliyoruz.

Yıldızımız, gösterdiği manyetik etkinlikleri nedeniyle "aktif yıldız" grubunda yer alıyor. İki kutuplu düzgün bir manyetik alana sahip sıcak plazma küresi olan Güneş ve benzeri bazı yıldızlar, katı cisimlerden farklı olarak gösterdikleri diferansiyel dönme (farklı enlemlerin farklı hızlarda dönmesi) ve dış katmanlardaki konveksiyon (enerjinin devasa hücrelerle taşınması) nedeniyle manyetik değişimler gösterir. Dinamo modeli ile açıklanmaya çalışılan bu değişimler, Güneş'in manyetik yapısının iki kutupludan çok kutupluya dönüşmesi/karmaşıklaşması ve sonrasında yeniden düzenlenerek iki kutuplu yapıya ulaşması şeklinde tekrar eder. Manyetik yapıdaki basit ve karmaşık yapı arasında gidip gelmeler sırasında, Güneş'in atmosferindeki yüklü parçacıklar da bu dağılımlardan etkilenir ve farklı süreçlerin ortaya çıkmasına neden olur.

Güneş atmosferinin farklı katmanlarında manyetik etkinlik kendini farklı olaylarla gösterir. Örneğin, manyetik aktivitenin güçlendiği dönemlerde Güneş atmosferinin tabanı olan ışıkkürede (fotosfer) "leke" denilen yüzeye göre yaklaşık 1500-2000 °C derece daha soğuk bölgeler ortaya çıkarken, orta atmosfer olan renkkürede (kromosfer) gaz jetleri de denilen ipliksi görünen yapılar (spiküller) ve taç kürede (korona) plazmanın manyetik alanla yönlendirildiği devasa loop'lar karşımıza çıkar. Bunların dışında, Güneş parlamaları ve patlamaları, oluşan koronal delikler ve plaj (etrafına göre sıcak alanlar) bölgeleri de aktivitede ortaya çıkan belli başlı olay veya yapılardır. Manyetik aktivite süresin-



Güneş'in 1950 yılından bugüne kadarki aktivite çevrimlerinde gözlenen leke sayılarının yıllara göre değişimi ve şu anda içinde olduğumuz 25. çevrim için tahmin eğrisi (kırmızı).


Finlandiya'nın kuzeyinden gözlenen kutup ışıması

ce Güneş'ten kopan parçacık yoğunluğu da sürekli değişir. Elektrik yüklü devasa sıcak gaz küresinin manyetik alanındaki değişimler, dış atmosferde Güneş rüzgârı için kanallar açar ve daha çok parçacığın yüksek hızlarda (genellikle saniyede 500-800 km arasında) uzaya kaçmasına sebep olur. Güneş'in manyetik alan değişimini izlemek için https://go.nasa.gov/3QzGmsD adresini ziyaret edebilirsiniz. Güneş rüzgârına ilişkin temel bazı parametreleri güncel olarak takip etmek için https://bit.ly/3CjnHNx adresine, 17 Ağustos 2022 tarihinde koronal deliklerden çıkan Güneş rüzgârını izlemek için ise https://bit.ly/3c5UP0E adresine başvurabilirsiniz.

Güneş'in manyetik alanındaki bu değişimler düzenli denilebilecek bir döngü ile tekrarlanır. Güneş çevrimi denilen bu döngü ortalama 11 yıl sürer. Bu dönemde Güneş'in kuzey ve güney manyetik kutupları yer değiştirir ve 11 yıl sonra tekrar eski hâline geri döner. Tekrarlayan bu döngüler sırasında Güneş yüzeyi ve atmosferi bazen çok aktif bazen de çok sakindir. Güneş aktivitesi, Güneş sistemindeki diğer üyelere de etki eder. Manyetik aktivite süreci, Güneş'in gökyüzünde görünen yüzünden başka yüzleri de olduğunu ortaya koyuyor çünkü aktiviteye ilişkin olayların bir bölümü gözümüzün algıladığı ve atmosferin geçirdiği enerji aralığının dışında meydana geliyor. Bunun için de uydu gözlemleri büyük önem taşıyor. Ağustos 2018'de fırlatılan "Parker Solar Probe" ve Şubat 2020'de gönderilen "Solar Orbiter", Güneş'e yakın geçişler yaparak onun atmosferindeki bilinmeyenleri çözmek için veri üretiyor. Güneş


18 Ağustos 2022 tarihinde Güneş'in yüzeyi ve Güneş lekeleri (spaceweather.com)


Parker Solar Probe ve Solar Orbiter uzay araçları ile Güneş (ESA)

Sonbahar Ilımı

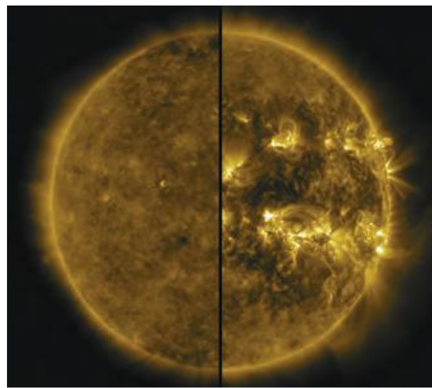
Ekinoks veya ılım tarihleri, yılda iki kez karşılaştığımız, gece ve gündüzün eşit sürede olduğu zamanlardır. Bu yıl Eylül ılımı, ayın 23'ünde Türkiye saati ile 04:03'te gerçekleşecek. Bu tarihte Güneş ışınları Ekvator'a dik düşüyor ve kuzey kürede astronomik olarak yaz sona eriyor. Güney kürede gündüzler uzamaya başlarken -tersi olarak- kuzey kürede ise geceler uzamaya başlıyor.

23 Eylül, kuzey kutbu civarında altı aylık gecenin, güney kutbu civarında ise altı aylık gündüzün başlangıcıdır. Dünya'nın dönme ekseninin eğikliğinden ve Güneş etrafındaki dolanım hareketinden kaynaklanan bu astronomik olay sırasında iki yarıküre de Güneş ışınlarını eşit alır. 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde Güneş'in tam doğudan doğup tam batıdan battığını da hatırlatalım.

Sonbahar ılımından itibaren kuzey kürede kuşlar göç hazırlıklarına başlarken ağaçlar ve bitkiler bu yılın büyüme döngüsünü sonlandırıyor. "Sonbahar Yıldızı" veya "En Yalnız Yıldız" olarak da bilinen ve "balinanın ağzı" anlamına gelen Fomalhaut (Alfa PsA) yıldızı da 23 Eylül'de gece ortasında güney ufkunun üzerinde mevsimin değiştiğini haber veriyor.

aktivitesini takip etmenin en kolay yollarından biri, filtreli küçük bir teleskopla bile görülebilen, yüzeyindeki lekelerin gözlenmesidir. Aktivitenin maksimum düzeyinde en fazla sayıda leke görülebilirken, minimumunda ise leke sayısı çok azdır veya hiç leke görülmez. Benzer olarak, aktivitenin maksimumunda patlamalar ile kütle atımları da artar ve şiddetlenir. Bizler bu etkinliklerin yansımalarını Dünya'da özellikle yüksek enlemlerde kutup ışımaları şeklinde gözleriz. Güneş'in bu rengarenk ışımalarla ortaya çıkan gösterisi, aslında onun aktivitesinin Dünya atmosferindeki yansımasıdır.

Güneş'in son aktivite çevrimlerinde, maksimum düzeyde gösterdiği leke sayısı oldukça düşüktü. Bu gözlemler beraberinde, "Mini bir buzul çağı yaşanabilir mi?" tartışmasını getirdi. Bu nedenle, son yıllarda Güneş aktivitesinin seyri çok daha büyük merakla izleniyor. 2018 ve devamındaki iki yıl boyunca yılın yarısından fazlasında Güneş yüzeyinde leke gözlenmedi. Bu durum, aktivitenin minimum civarında olduğunu gösteriyor. 2019 yılının sonu ve 2020 yılının başındaki gözlemler, 25. aktivite çevriminin başladığını gösterdi. Aralık 2019 yeni çevrimin başlangıcı olarak görülüyor. Özellikle 2021 yılından bugüne kadar devam eden gözlemler aktivitenin beklenenden çok daha hızlı güçlendiğini gösteriyor. Başka bir deyişle Güneş yeniden uyandı diyebiliriz hatta onun aktiviteye hızlı giriş yaptığını bile söyleyebiliriz. 25. çevrimin maksimumunun 2025 yılında olacağı tahmin ediliyor. Bu da o tarihe kadar manyetik etkinliğin sürekli güçleneceği, daha fazla leke, patlama, parlama ve kütle atımları gözleyeceğimiz anlamına geliyor.


Güneş aktivitesinin maksimum olduğu Nisan 2014 (sağdaki görüntü) tarihindeki görüntü ile minimum olduğu Aralık 2019'daki görüntünün (sol) karşılaştırılması (NASA)

Manyetik etkinliğin beklenenden daha hızlı güçlenmesinin Dünya'ya da etkisi aynı oranda fazla olacaktır. Daha aktif Güneş, daha güçlü patlamalar ve kütle atımları anlamına geliyor. Bu aktiviteyle birlikte, elektrik güç şebekeleri, radyo iletişimi ve navigasyon sinyalleri olumsuz etkilenecek. Uzayın dinamik doğasına oldukça duyarlıyız çünkü uzay tabanlı teknolojileri yıllar geçtikçe çok daha yoğun kullanıyoruz. Dünya'nın iyonosfer-termosfer bölgesinde yörüngede dolanan 35.000'den fazla nesne (Uluslararası Uzay İstasyonu, iletişim uyduları vb.) bulunuyor. Güneş aktivitesi bu nesneler ve bağlantılı süreçlere zarar veriyor. Uydu sürüklenmeleri, GPS konumlandırmalarında hatalar, uzaydan yere iletişimde gürültünün artması, yüksek enlemlerde yüksek radyasyonun daha alçaklara inmesi olumsuz süreçlere örnek olarak verilebilir. Fırlatılan 49 Starlink uydusunun 40'ı şubat ayında ortaya çıkan Güneş fırtınası nedeniyle yörünge dışına sürüklenerek devre dışı kaldı. Gelecekte bu fırtınadan çok daha güçlülerinin de oluşacağı bekleniyor. Bu nedenle, hızla artan uydu sayısı da dikkate alındığında, Güneş aktivitesini iyi izlemenin yanında uzay havasının takibi, iyonosferdeki değişimlerin incelenmesi ve anlaşılması da büyük önem taşıyor.

İnsanlığın bir yıldızla yaşamaya devam ederken güneşlenmenin yanında yıldızını ve çevresine olan etkilerini anlaması ve takip etmesi gerekiyor.

https://blogs.nasa.gov/solarcycle25/
https://earthsky.org/astronomy-essentials/everything-you-need-to-know-september-equinox/
https://spaceplace.nasa.gov/solar-cycles/en/
https://www.spaceweather.com/
https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression
https://spacenews.com/increased-solar-activity-creates-new-challenges-for-smallsats/

1 Eylül 23.00
15 Eylül 22.00
30 Eylül 21.00

Ayın Önemli Gök Olayları

07 Eylül Ay Dünya'ya en yakın konumunda (364.500 km)

08 Eylül Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde

11 Eylül Ay ve Jüpiter birbirlerine yakın görünümde

17 Eylül Ay ve Mars birbirlerine yakın görünümde

19 Eylül Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.600 km)

23 Eylül Sonbahar ılımı (gece ve gündüz süreleri eşit)

30 Eylül gece yarısında güney gökyüzü

Gezegenler

Merkür: Geçtiğimiz ay gözlem için uygun konumda olan gezegen bu ayın ilk haftasına kadar gün batımında kısa sürelerle batı ufkuna yakın bir şekilde gözlenebilir. Bundan sonra gökyüzünde Güneş'le arasındaki mesafe azalacağından görülmesi mümkün olmayacak. Gezegen ayın son haftası Güneş'in batısına geçmeye başlıyor ve sabah gökyüzüne geliyor.

Venüs: Geçtiğimiz ay gökyüzünde günden güne Güneş'e yaklaşmaya başlayan gezegen, ayın ilk yarısına kadar parlak bir şekilde gün doğumundan önce doğu ufkunda kısa sürelerle gözlenebilir. Bu tarihten itibaren gökyüzünde Güneş'le arasındaki mesafe azalmaya devam edeceğinden fark edilmesi çok güç olacak.

Mars: Ayın başlarında gece yarısından bir saat önce doğudan yükselecek olan gezegenin gözlem süresi artmaya devam ediyor ve sabah gün doğumuna kadar gökyüzünde kalıyor. Ayın 16'sında gökyüzünde kendisine çok yakın duran Ay ile tüm gece güzel bir görüntü oluşturacak. Mars eylül sonunda gece yarısından iki saat önce doğmaya başlayacak.

Jüpiter: Gezegenin gözlenebilmesi için çok uygun bir ay. Özellikle teleskoplu gözlemciler Dünya'ya daha yakın bir konuma gelmiş ve parlaklığı iyice artmış olan gezegeni ayrıntılı gözlemlemek ve görüntülemek isteyeceklerdir. Eylül başında gün batımından yaklaşık bir saat sonra doğudan yükselmeye başlayacak ve günler ilerledikçe gözlem süresi artacak. Eylül sonunda ise gün batımında kendini doğudan gösterecek ve tüm gece gökyüzünde kalacak.

Satürn: Gözlem süresi yavaş yavaş azalmaya başlayan gezegen gün batımında doğudan yükselmiş oluyor. 8 Eylül'de doğudan Ay ile birlikte yükselecek olan gezegenin parlaklığı fazla değil. Eylülün son günlerinde ise gece yarısından yaklaşık üç saat sonrasına kadar gözlenebilecek.

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

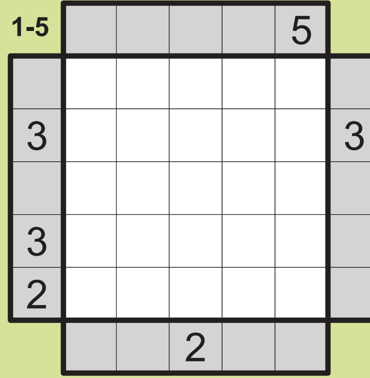
Ayın Oyunu:
Apartmanlar

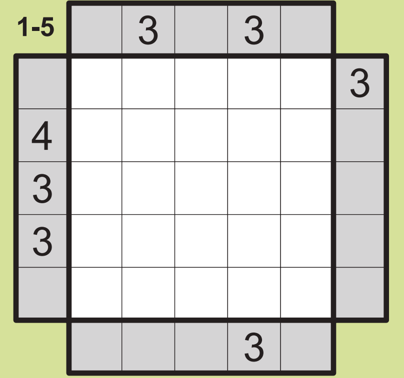
Apartmanlar
Oyun Kuralları

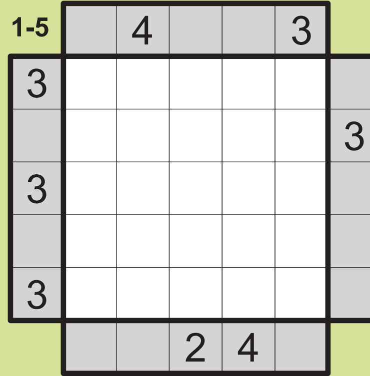
Her satır ve sütunda verilen aralıktaki rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

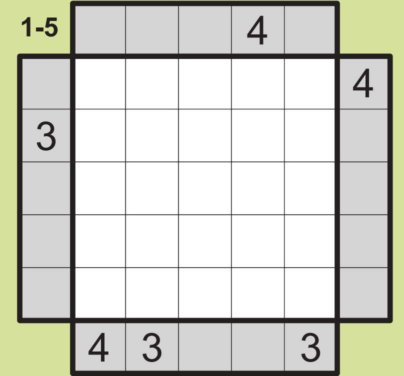
Her rakam, yüksekliği o rakam kadar olan bir apartmanı temsil etmektedir.

Diyagramın dışındaki sayılar, o yönden bakıldığında daha yüksek apartmanlarca gizlenmeyip görülebilen apartman sayısını vermektedir.

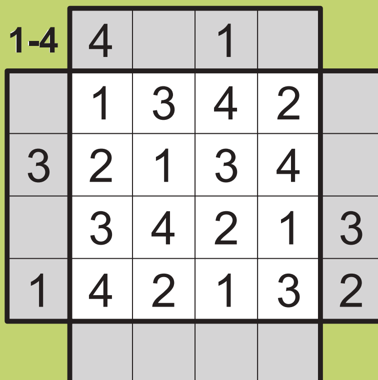








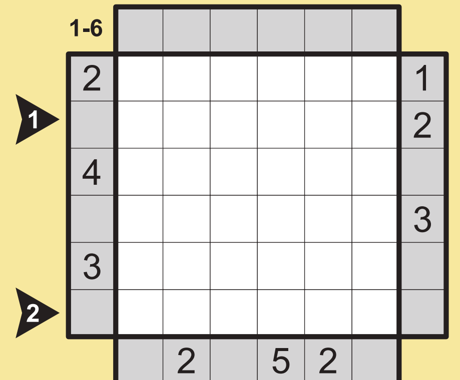
Apartmanlar - Örnek Çözüm



Ödüllü soru

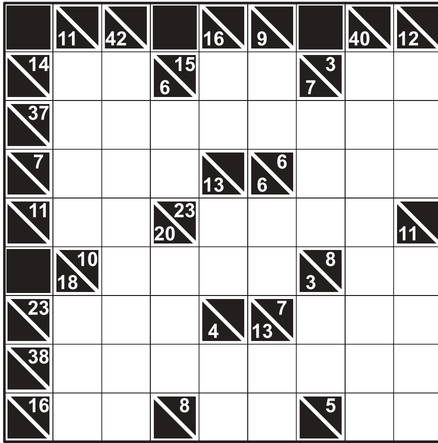
▼ Apartmanlar sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *50 Harika Bilim Etkinliği* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Kropki sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

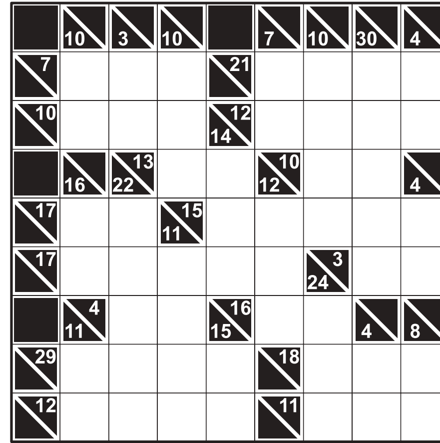
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr



Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 1342 şeklinde yazılmalıdır.

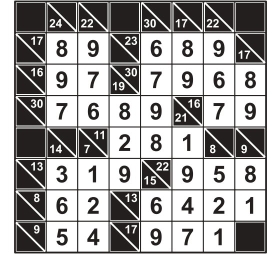
Kakuro: Boş hücrelere 1'den 9'a kadar olan rakamları yerleştirerek diyagramı doldurun. Çizgiyle bölünmüş karelerde çizginin altındaki sayılar altındaki, üstündeki sayılar sağındaki rakam gruplarının toplamını vermektedir. Bir toplamı oluşturan rakamlar birbirinden farklı olmalıdır.



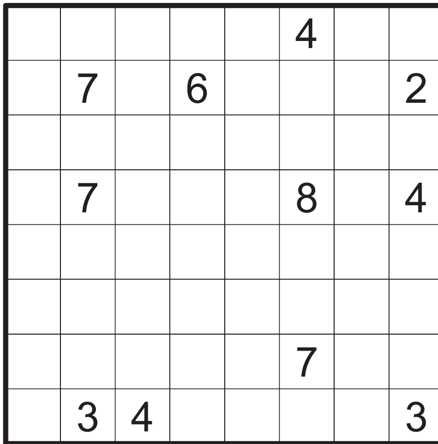


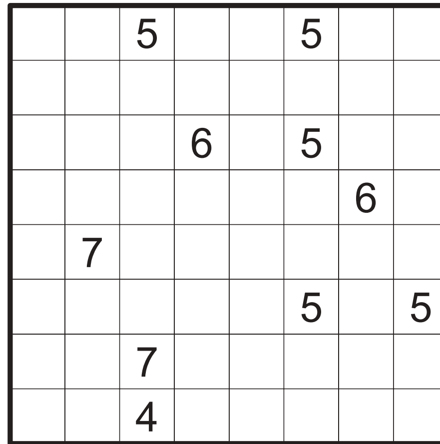
Kakuro

Örnek Çözüm



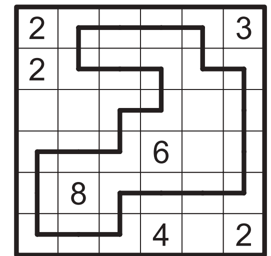
Yol Oluşturma: Oyunun amacı komşu hücreler boyunca yatay veya dikey ilerleyen ve kendisini kesmeyen kapalı tek bir yol oluşturmaktır. Yol, rakam olan hücrelerden geçemez; ayrıca bu rakamlar çevrelerindeki hücrelerden kaç tanesinin yolun parçası olduğunu belirtmektedir.



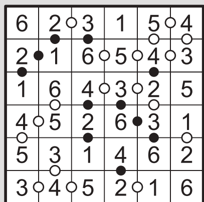


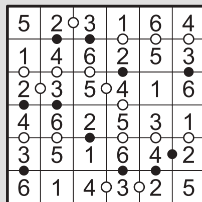
Yol Oluşturma

Örnek Çözüm

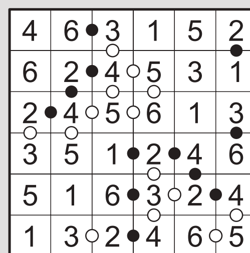


Geçen Sayının Çözümleri

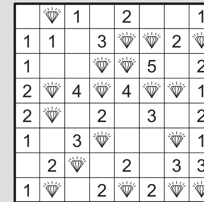


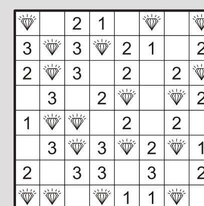


Kropki

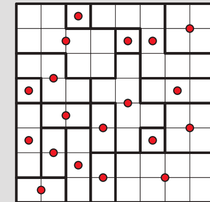


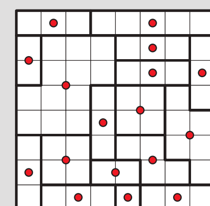
Ödüllü Soru: Kropki





Hazine Avı





Simetri

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr

Vezir Başrolde

Geçen sayımızda sizlere tahtada yalnızca kale ve piyonların yer aldığı etütlerden örnekler vermiştik. Bu kez başlangıç pozisyonunda yalnızca vezir ve piyonların yer aldığı birkaç ilginç final sunacağız. Gerçek oyunlarda bu tür oyun sonları hiç de nadir değil, hatta kale finallerinden sonra ikinci sıklıkta ortaya çıktıkları belirtiliyor. Vezirin büyük hareket yeteneği düşünüldüğünde teorik açıdan bunların çok güç olduğu kolayca kestirilebilir. Özellikle uzun şah çekme serileri pozisyonların değerlendirilmesini güçleştiriyor. Hatta göreceli olarak yakın zamanlarda oluşturulan oyun sonu veri tabanlarından önce vezir finallerinin doğası hakkındaki kavrayışımız çok daha sınırlıydı. Şimdilik, sizlere basit bir kural olarak, vezir+piyon/vezir finallerinde, savunmada olan tarafın şahını rakibin piyonunu bloke edecek şekilde konumlandırması durumunda, hata yapmamak koşuluyla, sonucun hemen hemen her zaman beraberlik olduğunu belirtelim. Diğer yandan, veri tabanları bize "c" ya da "f" sütunundaki piyonların en yüksek kazanç şansını sunduğunu söylüyor.

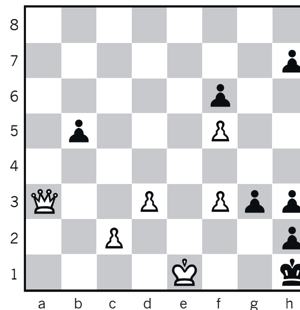
Geçen yazımızda olduğu gibi bu yazımızda da yorucu (ve bazen sıkıcı) olabilen teorik analizler yerine ufuk açıcı ve taktik görüşü keskinleştirici olduğunu düşündüğümüz ilginç birkaç etüt sunacağız. Başrolde de vezir veya vezirler olacak!
İlk örneğimizde vezirli etütlerde sıklıkla görülen "merdiven" fikrinin bir uygulamasını göreceğiz.

Diyagram 1

A. P. Kuznetsov

Revista Romana de Sah, 1961

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. f4!

1. Va8? Şg1 (1…g2? 2. f4) 2. Va7+ Şg2! Hatta bu varyantta kazanan siyah olur.

1…g2 2. Va8 Şg1!

2…h5 3. Şf2 h4 4. Şe3 b4 5. Şe2 b3 6. cxb3 Şg1 7. Va1#

3. Va7+

Beyaz vezir merdivenden aşağı inmeye başlıyor.

3…Şh1 4. Vb7 Şg1 5. Vb6+ Şh1 6. Vc6 Şg1 7. Vc5+ Şh1 8. Vd5 Şg1 9. Vd4+ Şh1 10. Ve4 Şg1 11. Ve3+ Şh1 12. Vf3 Şg1 13. Şe2!

Bu hamleyle beyaz a1-h1 hattını açıyor.

13…h5!

13…h1=V (13…h1=A Vxh3) 14. Vg3 h5 15. Şf3 h4 16. Vxh4 Şh2 17. Vg3+ Şg1 18. c3 b4 19. cxb4 ve sonraki hamlede mat.

14. Ve3+ Şh1 15. Ve4!

Beyaz vezir şimdi de aynı merdivenden yukarı çıkmaya başlıyor!

15…Şg1 16. Vd4+

16. Şf3? h1=A! 17. d4 Şh2 18. Ve2 Ag3 19. Vf2 Axf5 20. d5 Şh1 ve



kaybeden beyaz olur!

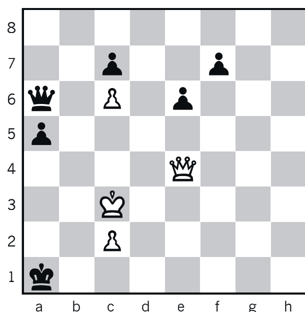
16…Şh1 17. Vd5 Şg1 18. Vc5+ Şh1 19. Vc6 Şg1 20. Vb6+ Şh1 21. Vb7 Şg1 22. Va7+ Şh1 23. Va8 Şg1 24. Va1#

Vezirli finallerde sıklıkla kullanılan bir manevra uygun anda vezirleri değişerek pozisyonu kazanılmış bir piyon finaline indirgemektir. Aşağıdaki etütte bu fikrin bir uygulamasını göreceğiz (Diyagram 2):

Diyagram 2

L. Kubbel

Şahmati v SSSR, 1931



Beyaz oynar ve kazanır.

Beyaz iki piyon geride olmasına rağmen nasıl olur da kazanma hayalleri kurar? Göreceğiz ki c6 piyonu burada hayati öneme sahip.

Çözüm:

1. Va4+ Şb1 2. Vb3+ Şc1

3. Vb2+

Burada beyaz 3…Vxb7 beklentisiyle 3. Vb7? oynayamazdı çünkü 3…Vf1! (3…Ve2?? Vb2+ Şd1 5. Vb1#) var.

3…Şd1 4. Vb1+ Şe2 5. Vb7!

Uygun an! Bu hamle şimdi mümkün çünkü siyah şah vezirin f1'e ulaşmasını engelliyor. Siyah vezirleri değişmekten artık kaçamaz.

5…Vb6

5…Vxb7 6. cxb7

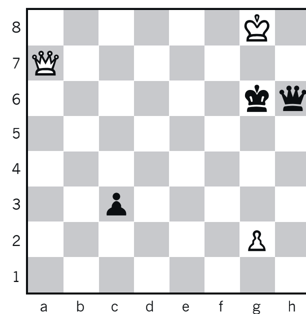
6. Vxb6 cxb6 7. c7 ve beyaz kazanır.

Vezir gibi hareket kabiliyeti yüksek taşların bulunduğu konumlarda taraflardan birinin *zugzwang*'a düşmesi biraz zor görünse de istisnai durumlar oluşturmayı pek seven etütçüler bunu da başarmışlardır (Diyagram 3):

Diyagram 3

A. Ericsson

Tidskrift for Shack, 1971



Beyaz oynar ve kazanır.

Sıkıcı bir beraberlikten fazlasını vaat etmeyen bir pozisyon gibi gözüküyor değil mi?

Çözüm:

1. g4!

İşte bu hamle h6'daki siyah veziri yerine mıhlıyor!

1…Şf6

1…c2 2. Vd7 Şf6 3. Vd6+ Şg5 4. Vd2+ Şg6 5. Vxc2+ ve beyaz ana varyantta olduğu gibi kazanır. 2…Şg5 3. Vd2+ Şg6 4. Vxc2 dizisi de ana devam yoluna götürür.

2. Vb6+ Şg5 3. Ve3+ Şg6 4. Ve7!

Şimdi, eğer siyahın c3'teki piyonu olmasaydı beyaz hemen kazanırdı çünkü siyah vezirin yapacağı herhangi bir hamle ya matla ya da vezirin kaybıyla sonuçlanırdı. Demek ki beyazın hedefi artık belli oldu: Siyahın piyonundan kurtulduktan sonra aynı konuma ulaşmak.

4…c2 5. Vd6+ Şg5 6. Vd2+ Şg6 7. Vxc2+ Şg5

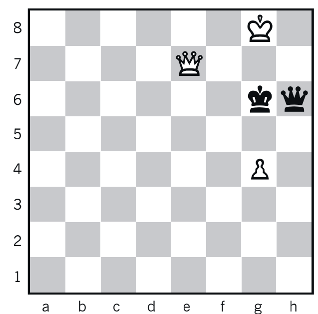
7…Şf6 8. Vf5+ Şe7 9. Vh7+ Vxh7+ 10. Şxh7 Şf6 11. Şh6 Şf7 12. g5 Şg8 13. Şg6 ve beyaz kazanır.

Bu varyantta, Diyagram 2'deki etütte olduğu gibi, beyazın vezir değişimini zorlayarak kazanılmış bir piyon finaline ulaştığını görüyoruz.

8. Vd2+ Şg6 9. Vd3+ Şg5 10. Ve3+ Şg6 11. Ve7!

Görev tamamlandı. Amaçladığı *zugzwang* pozisyonuna ulaşan beyaz kazanır (Diyagram 4):

Diyagram 4

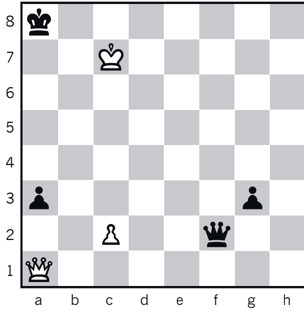


Siyah *zugzwang*'da:
Oynar ve kaybeder.

Diyagram 5

A. Wotawa

Deutsche Schachzeitung, 1939



Beyaz oynar ve kazanır.

Burada beyaza oyunu kazandıran vurucu hamleyi c2 karesindeki masum görünüşlü piyon yapacak. Ama bunu baştan öngörmek hiç de kolay değil!

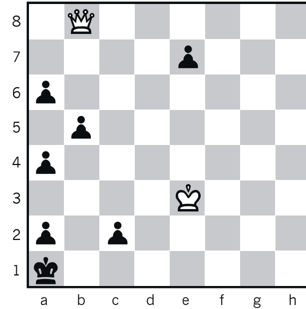
1. Vh1+
Bu hamlenin gizli bir amacı var: Siyahı 1…g2 oynamaya zorlayıp veziri korumasız bırakmak.
1…g2 2. Vh8+ Şa7 2. Vb8+ Şa6 4. Vb7+ Şa5 5. Vd5+ Şa6 6. Vd3+!
Beyazın a3'teki piyondan kurtulması gerekiyor.
6…Şa5 7. Vxa3+ Şb5 8. Vb3+ Şa5 9. Va2+
Şimdi beyaz istediği pozisyona ulaştı.
9…Şb4 10. c3+ Şxc3 11. Vxf2 ve kazanır. Eğer 9… Şb5 10. c4+ ve yine siyah vezirini kaybeder.

Son örneğimizde siyahın bitişik ve geçer piyonlarına karşı beyazın veziri var. Ama piyonlar vezir çıkmaya o kadar yakın ki beyaz beraberlik için mücadele etmek zorunda (Diyagram 6):

Diyagram 6

V. Viniçenko

Shakhmatnaya Poezia, 2006



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Çözüm:
1. Şd2 Şb1 2. Vc8! a1=A 3. Vf5 b4! 4. Vf1+ Şb2 5. Vc1+ Şa2 6. Ve1!
6. Vh1? b3 7. Vc6 (7.Ve4 c1=V+ 8. Şxc1 b2+; 7. Vd5 e5!) Şb2 8. Vc5 Şb1 9. Vg1+ Şa2 10. Vd4 a3 11. Vd5 e5! ve siyah kazanır.
6…b3 7. Ve6! a3 8. Şc1! a5 9. Şd2 Şb1 10. Ve1+ Şb2 11. Ve5+ Şa2 12. Ve6! Şb1 13. Ve1+ Şb2 14. Ve5+ Şa2 15. Ve6! a4 16. Şc1! ve pat. Ama pat durumuna düşen taraf berabere kalmaya çalışan beyaz değil, kazanç peşinde olan siyah!

Size çözmeniz için iki etüt daha sunuyoruz. Başrolde yine vezir var! Bir ay sonra görüşmek üzere.

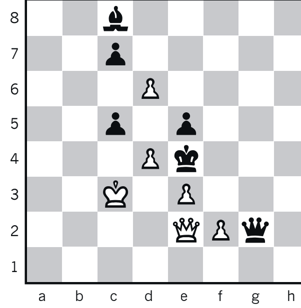
Ayın Etütleri

Diyagram 7

E. Somov-Nasimoviç

Şahmati v SSSR, 1937

Şeref Mansiyonu

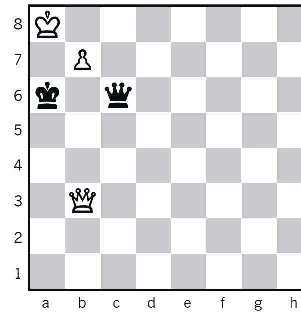


Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 8

Louis van Vliet

Deutsche Schachzeitung, 1888



Beyaz oynar ve kazanır.

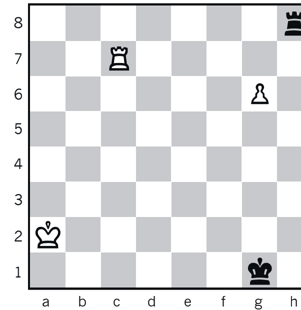
Geçen ay sorulan etüdün çözümü:

Diyagram 9

David Gurgenidze

Şahmati v SSSR, 1981

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

1. g7!
1. Şb3? Kh5 2. g7 Kg5 3. Şc4 Şg2 4. Şd4 Şg3 5. Şe4 Şg4 6. Kf7 Şg3 7. Ka7 Şg4 8. Ka1 Şh3 9. Kh1+ Şg2 10. Kh7 Şg3 11. Kh1 Kh7 Şg2 ve beraberlik.
1…Kb8!

Beyaz şahı "a" sütununa hapseden bu hamle maksimum direnci sağlar. 1…Kh2+ 2. Şb1 Kg2 3. Kc1+ Şh2 4. Kc2
2. Kb7!!

Kazandıran tek hamle. Beyazın kaybedecek zamanı yok! Örneğin 2. Kd7? Şg2/h2 ve beraberlik. Ya da 2. Kf7? Kg8!! (2…Şg2?? Kf8!) 3. Şb3 Şg2/h2 4. Şc4 Şg3/h3 5. Şd5 Şg4/h4 6. Şe6 Şg5/h5 ve beraberlik.

2. Kb7!! ile beyaz siyahın kalesine saldırarak siyah şahın yaklaşmasına fırsat vermiyor. Tabii ki 2…Kxb7 mümkün değil. Şimdi güzel bir "sistematik manevra" örneği izleyeceğiz:

2…Kc8 3. Şb3 Şg2 4. Kc7 Kd8 5. Şc4 Şg3 6. Kd7 Ke8 7. Şd5 Şg4 8. Ke7 Kg8 9. Şe6 Şg5 10. Şf7 ve beyaz kazanır.

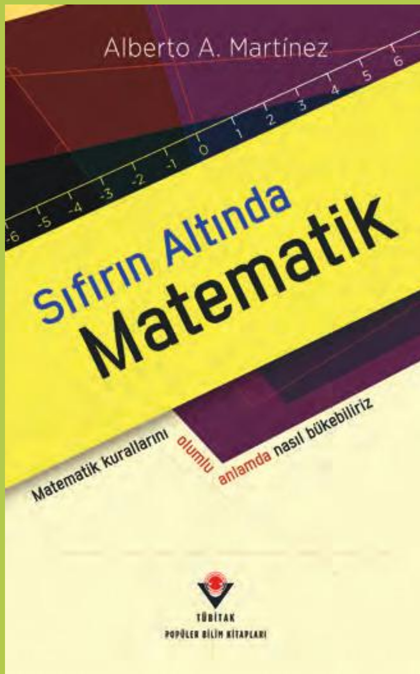
Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Sıfırın Altında Matematik



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Mağaranın Kilidinin Açılması



(Matematik)

Ali Baba'nın haramiler tarafından alıkonulduğu mağaradan kurtulabilmesi için mağara kapısının özel kilidini açması gerekiyor. Mağaranın kapısının kilidi ise 33×33 birim boyutlarında bir satranç tahtası şeklinde. Bu satranç tahtasının 1.089 birim karesinden tam olarak bir tanesi de özel birim kare.

Kurallara göre, Ali Baba her gün satranç tahtasının birim karelerinden sadece bir tanesine dokunuyor. Dokunulan birim kare özel birim kare ise kapı kilidi açılıyor ve Ali Baba mağaradan kurtuluyor. Dokunulan birim kare ile özel birim karenin tam olarak bir ortak kenarı ya da tam olarak bir ortak köşesi bulunuyorsa kapı kilidi açılmıyor fakat kapı kilidinden özel bir tıkırtı geliyor. Dokunulan birim kare ile özel birim karenin herhangi bir ortak noktası bulunmuyorsa kapı kilidi açılmıyor ve kapı kilidinden herhangi bir ses de gelmiyor.

Buna göre, Ali Baba en az kaç günde mağaranın kapı kilidini açarak kurtulmayı garantileyebilir?

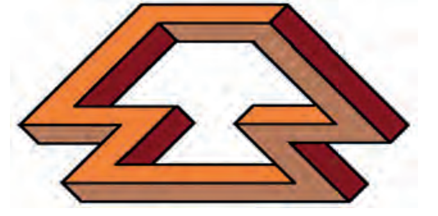
Gereken en az gün sayısını bulun ve bu sayının neden daha az olamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

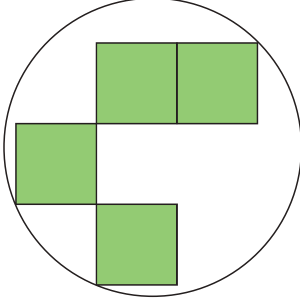
Emrehan Halıcı [zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr

GÖZ ALDANMASI

Üretilmesi
mümkün olmayan
bir madalyon.



KARELİ DAİRE



Dört adet birim kare bir dairenin içine şekilde görüldüğü gibi yerleştirilmiştir.

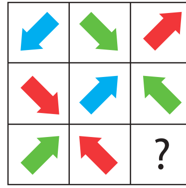
Dairenin yarıçapını bulunuz.

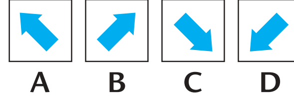
ON İKİ KART

Bir torbada 1'den 12'ye kadar olan sayıların bulunduğu 12 kart vardır. Bu torbadan rastgele bir kart seçeceksiniz. Seçtiğiniz karttaki sayı 3'e bölünüyorsa işlemi durduracaksınız. Eğer bölünmüyorsa kart çekmeye devam edeceksiniz. Bu işlemin en fazla üç çekmeyle tamamlanma olasılığı nedir?

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?



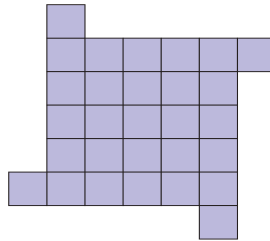


İKİ TREN

Biri 125 metre, diğeri 75 metre uzunluğunda olan iki tren zıt yönde ve sabit hızlarda hareket etmektedir. Bu iki tren karşılaştıklarında birbirlerini tamamen geçmeleri 5 saniye sürüyor. Aynı yönde hareket etselerdi bu süre iki katı olacaktı.

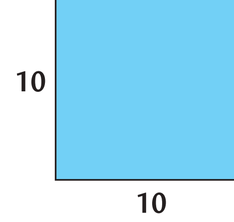
Her iki trenin de hızlarını bulunuz.

DÖRTGEN SAYISI



Bu şekilde kaç adet dörtgen sayılabilir?

HAVUZ TURU



100 birim karelik bir havuzun etrafında bir tur atacaksınız. Tüm tur boyunca havuzun kenarlarına tam olarak 1 birimlik uzaklıkta olmanız gerektiğine göre bu turun uzunluğu ne kadardır?

SAYI TAHMİNİ

Arkadaşınızla bir oyun oynuyorsunuz. Arkadaşınız dört basamaklı bir sayı tutacak, siz de tek bir tahminde bulunacaksınız. Doğru basamağında bulunan her rakam için 1 puan alacaksınız. En az 3 puan alma olasılığınızı hesaplayınız.

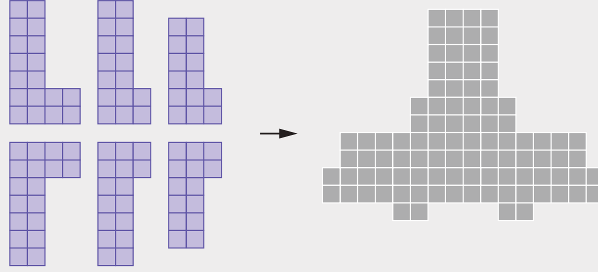
Not: Dört basamaklı bir sayının en sol basamağında 0 rakamı olamaz.

TAKIMLAR

Altı kişi arasından en az iki kişinin bulunduğu takımlar oluşturmak isteniyor. Kaç farklı takım oluşturulabilir?

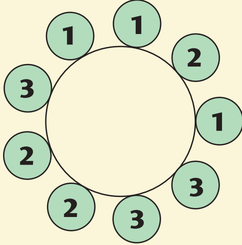
ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

RAKAM YERLEŞTİR



TOPLAMLAR

5, 9, 11 ve 16.
Sayılar $a<b<c<d$ ise
$(a+b)<(a+c)<(a+d)$
$<(b+c)<(b+d)<(c+d)$
Bu durumda a+b=14, a+c=16 olur.
a+d ve b+c toplamlarından biri 20 diğeri ise 21'dir.
b+c=21'lik durumdan tam sayı çözüm çıkmadığı için b+c=20, a+d=21 olduğu anlaşılır ve çözüme ulaşılır.

100 KART

61 kart.
X=100 sayı içinde 4'e ya da 5'e bölünen sayılar
A=100 sayı içinde 4'e bölünen sayılar=100/4=25
B=100 sayı içinde 5'e bölünen sayılar=100/5=20
C=100 sayı içinde 20'ye bölünen sayılar=100/20=5
X=A+B-C=25+20-5=40

O halde en kötü olasılıkla bu 40 kart dışındaki 60 kart çekilirse amaca ulaşılmış olmuyor. Bir sonraki kart olan 61. kartın ise ya 4'e ya da 5'e bölünmesi garanti oluyor.

SATRANÇ ATLARI

En fazla 32 at yerleştirilebilir.



HANGİSİ BÜYÜK?

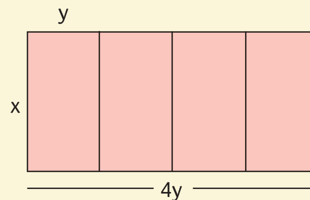
$5^{22} < 9^{17}$

$5^{22} = (5^2)^{11} = 25^{11} < 27^{11}$

$= (3^3)^{11} = 3^{33} < 3^{34}$

$= (3^2)^{17} = 9^{17}$

DİKDÖRTGEN



A = x/y = 4y/x
x2 / y2 = 4
x / y = 2
A = 2

SORU İŞARETİ

		3
		1
2		

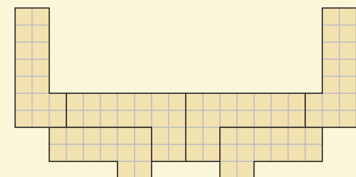
2 3 1 1 3 3

"1"in kaçıncı satır, kaçıncı sütunda,
"2"nin kaçıncı satır, kaçıncı sütunda,
"3"ün kaçıncı satır, kaçıncı sütunda olduğu bilgisi yan yana yazılıyor.

SAYILI KARTLAR

Toplam 20 kart var. 12 yazan kart iki kez toplanıyor.

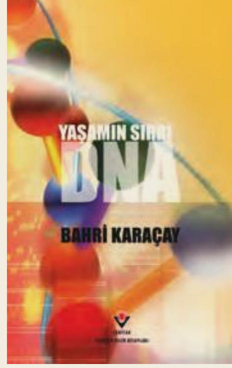
ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yaşamın Sırrı DNA



Bahri Karaçay

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2021 (7. Basım)

1953 yılında DNA'nın keşfedilmesi insanlık tarihinde yepyeni bir sayfa açtı. Aradan geçen sürede genetik bilginin ve biyolojik sistemlerin nasıl çalıştığını öğrenmekle kalmadık, izleyici koltuğundan kalkıp canlıların yaşam kodunu değiştirerek yaşam süreçlerine yön verebilir hâle geldik. Gen tedavisi ile hastalığa sebep olan genlerin yerine sağlıklı kopyalarını aktarıp tedavi sağladık. İnsan kök hücrelerini elde ettikten sonra, vücudumuzu oluşturan hücrelere ve dokulara dönüşüm programlarını öğrenerek insan ömrünü uzatma yönünde önemli çalışmalar yapmaya başladık. 2000'de insanın yaşam sırrını içeren genetik kodunu okumayı başararak, her alanda etkilerini göreceğimiz yepyeni bir çağın kapılarını araladık. Artık her yeni doğan bireyin, altı milyar harfle yazılmış bir "kullanım kılavuzuyla" birlikte dünyaya geldiğini biliyoruz.

Şehir Nasıl İnşa Edilir?

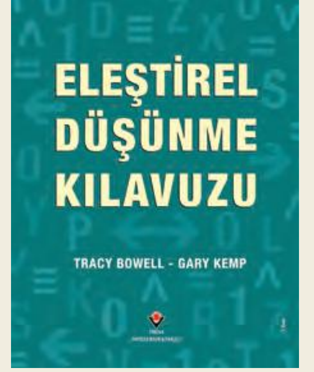


Isabel Otter
Çeviri: Bengisu Özdemir

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
8 yaş +, 2022 (1. Basım)

Şimdi şehir inşa etme zamanı! Ama önce iş güvenliğiniz için yeleğinizi giyin ve baretinizi takın! Güneş panellerinden kanalizasyona, tramvaylardan gökdelenlere kadar her detayıyla kocaman bir şehir inşa ediyoruz!

Eleştirel Düşünme Kılavuzu



Tracy Bowell, Gary Kemp
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2020 (2. Basım)

Hayatta sık sık argümanlarla karşılaşırız. Argümanlar, şuna veya buna inanmamız için nedenler sunarak bizi ikna etmeye ve eylemlerimizi etkilemeye yönelik girişimlerdir. *Eleştirel Düşünme Kılavuzu*; okurlara argümanların saptanmasında, çözümlenmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan kavramları ve teknikleri tanıtıyor. Bu kitap; okurlarına davranışları ve düşünceleri iyi nedenlere dayanan, bu nedenleri ifade edebilen ve açıkça ortaya koyabilen biri hâline gelmek için gereken araçları sunuyor.

Biyotaklit – Doğadan İlham Alan Mucitler



Kristen Nordstrom
Çeviri: Meryem Tuğba Pekşen

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2022 (1. Basım)

Bir kuş, dünyanın en hızlı trenlerinden birinin tasarımını nasıl etkilemiş olabilir? Minik bir böcek, insanlara çölde su toplamayı nasıl öğretmiş olabilir? Kuşlar, böcekler, balinalar ve daha da fazlası dünyanın dört bir yanındaki mucitlere ilham kaynağı oldu! Bu kitapla, doğadan ilham alan 10 mucitle tanışın.
Bu mucitler merak ediyor, soru soruyor ve canlıların dünyasından fikir ediniyor. Biyotaklit, inanılmaz teknolojilerin gelişmesi için harika bir fırsat! Doğa gerçekten en iyi öğretmen!